

# GRUPO DE TRABAJO DE ENSAYOS PRESTACIONALES.

En noviembre de 2023 se crea el grupo de trabajo de ENSAYOS PRESTACIONALES.

El grupo de trabajo se forma en respuesta a la necesidad de utilizar nuevos métodos de ensayo que sirvan como alternativa a los ensayos de laboratorio convencionales con el objetivo de obtener información técnica detallada sobre las propiedades y el comportamiento de las mezclas bituminosas fabricadas con las nuevas tecnologías emergentes.

Las mezclas fabricadas con menor temperatura o aquellas que contienen tasas medias o altas de material fresado requieren ensayos específicos que aseguren el cumplimiento de las propiedades requeridas ya que la mayoría de los métodos de ensayo comúnmente utilizados no permiten evaluar adecuadamente dichos aspectos.

Para este propósito, es necesario emplear nuevos métodos de ensayo conocidos como ensayos prestacionales, los cuales permiten evaluar en mayor grado las propiedades de las mezclas. Las prestaciones o performance de un material o una estructura se refieren al grado en que cumple con los requisitos funcionales establecidos.

Como se ha señalado, el grupo de trabajo se crea en noviembre de 2023 coordinado por Javier Loma y cuenta en su inicio con 25 participantes de distintas entidades integrantes de Aleas. Durante las reuniones iniciales se definieron las líneas de trabajo a abordar en una primera etapa, organizando cinco subgrupos con el fin de distribuir las tareas, facilitar su ejecución y avanzar de manera eficiente hacia los objetivos establecidos, que son:

1. Conocimiento sobre el funcionamiento de los ensayos prestacionales y su posible incorporación a los sistemas actuales de mezclas bituminosas.
2. Recopilación de las experiencias y normativa internacional.
3. Utilización de estos ensayos en los procedimientos

de diseño de firmes.

4. Recopilación de recursos en Asefma-Aleas para la realización de estos ensayos.

5. Realizar anillos interlaboratorio con este tipo de ensayos



Imagen 1. Reunión del GT prestacionales de Aleas.

Ha resultado esencial comprender cómo operan este tipo de ensayos y cómo interpretar los resultados que se obtienen, por lo que el avance en el primer punto ha tenido una relevancia destacada. En este apartado se ha obtenido han establecido diferencias entre 3 tipos de ensayos aplicados a estos materiales:

- **Ensayos prestacionales o fundamentales.** Someten al material a unas condiciones de carga y en unas condiciones de entorno que reflejan fielmente las que soporta en el firme. En la evaluación de las propiedades técnicas se puede recurrir a ensayos que caractericen una determinada propiedad de forma directa (midiendo específicamente la propiedad que queremos controlar), el dato obtenido será realmente representativo de la prestación funcional que queremos analizar (ejemplo: ensayos triaxiales).
- **Ensayos empíricos.** Se relacionan de manera directa con el comportamiento de los firmes, sin que exista una relación estricta y directa entre los parámetros medidos y las prestaciones funcionales, te-

## Nueva sección de Aleas

niendo una relación clara con la propiedad medida (ejemplo: ensayo Marshall).

- **Ensayos de simulación.** Se miden directamente propiedades, pero en condiciones que no son exactamente las reales, siendo habitual que estos ensayos se engloben entre los empíricos.

Uno de los trabajos desarrollados por el grupo ha consistido en una recopilación de todas las propiedades de las mezclas bituminosas y los ensayos prestacionales que permiten determinar los valores característicos. Para este apartado se ha tenido en cuenta el documento desarrollado en Asefma publicado en la monografía 19: *Metodología de diseño y dosificación de mezclas bituminosas*.

Las propiedades estudiadas en el trabajo son: Módulo de rigidez, Adaptabilidad al soporte, resistencia a la fatiga, Resistencia a las deformaciones plásticas, resistencia a la acción del agua, resistencia a la desintegración, resistencia a la fisuración a bajas temperaturas, resistencia a la fisuración por envejecimiento, resistencia

a la fisuración mecánica, resistencia a la fisuración por reflexión, resistencia al escurrimiento, permeabilidad, trabajabilidad, macrorugosidad, microrugosidad, propiedades acústicas, propiedades ópticas, resistencia al deslizamiento, resistencia al envejecimiento, resistencia a los combustibles y resistencia a la hiel.

Durante el análisis de la normativa técnica internacional, se examinaron diferentes documentos y especificaciones de distintos países, verificando en cuáles de ellos se incorporan estos ensayos como parte del proceso de caracterización de materiales y definición de requisitos del producto. Se ha revisado documentación técnica de Reino Unido, Estados Unidos, Australia, Francia y Alemania, recogiendo la información relativa a la participación de los ensayos prestacionales en la caracterización y en el control de calidad de las mezclas bituminosas. Destaca la utilización por la mayor parte de ensayos con distinta metodología (normas) del módulo de rigidez, resistencia a las deformaciones plásticas, ensayos de fatiga y ensayos de tracción.

La ejecución de los ensayos prestacionales requiere

Tabla 1. Niveles de ensayo en especificaciones de Francia.

Nivel de Prueba	Método de ensayos	Observaciones
4 3 2 1	Preparación de la muestra mediante compactador giratorio NF EN 12697-31	Especificación de contenido de huecos en función de número de giros. Compactadora calibrada con material de referencia para tener el mismo nivel de compactación cualquier sea la tecnología de la compactadora.
	Determinación de la sensibilidad al agua de probetas de mezcla bituminosa NF EN 12697-12, método B	Conservación 7 días en aire y agua a 18°C. Rotura por compresión diametral
	Deformación en pista NF EN 12697-22, Dispositivo de tamaño grande	Ensayo realizado a 60°C en aire y medición a 3.000, 10.000 o 30.000 ciclos
	Rigidez NF EN 12697-26, Anexo E o Anexo D	Medición del módulo complejo a 15°C, 10 Hz o por ensayo de tracción indirecta 15°C, 0,02s. Aplicable al método de dimensionamiento de firmes en Francia
	Resistencia a la fatiga NF EN 12697-24, Anexo A	Ensayo de fatiga por flexión en 2 puntos (10°C, 25 Hz), aplicable al método de dimensionamiento de firmes en Francia

que los laboratorios cuenten con equipos específicos, los cuales, en muchos casos, representan una inversión importante. Por esta razón, se ha llevado a cabo una revisión del equipamiento necesario para cada tipo de ensayo, describiendo los elementos necesarios y proporcionando una estimación aproximada de los rangos de coste asociados a su adquisición. En esta primera fase se ha analizado los siguientes ensayos:

- Ensayo Fénix, NLT 383.
- Ensayo de propagación de fisuras mediante ensayo a flexión de una probeta semicircular, UNE EN 12697-44.
- Resistencia a la fatiga. ANEXO E-Ensayo de tracción indirecta sobre probetas cilíndricas, UNE EN 12697-24
- Resistencia a la fatiga. ANEXO D - Ensayo de flexión en cuatro puntos sobre probetas prismáticas, UNE EN 12697-24

- Rigidez. ANEXO C - Ensayo de tracción indirecta sobre probetas cilíndricas, UNE EN 12697-26
- Ensayo de acondicionamiento de probetas asfálticas en atmósfera controlada mediante el envejecimiento por flujo forzado de ozono como agente oxidante, UNE EN 12697-52 (procedimiento B.2).
- Determinación del rozamiento tras el pulido, UNE EN 12697-49
- Evaluación del comportamiento mecánico a fisuración por fatiga de materiales bituminosos (UGR-FACT).

Toda la información recopilada resulta de gran utilidad para aquellos laboratorios que deseen incorporar nuevos métodos de ensayo y modernizar sus instalaciones y ofrecer nuevos servicios.

El equipamiento disponible en la actualidad en los laboratorios que pertenecen a Aleas para la realización de los ensayos prestacionales es muy importante, algu-

NORMA	ENSAYO	Nº
NLT 383.	Ensayo Fenix.	8
UNE EN 1097-8	Ensayo de pulimento acelerado.	9
UNE EN 12697-10	Compactibilidad	13
UNE EN 12697-11	Afinidad árido-ligante	7
UNE EN 12697-12	Determinación de la sensibilidad al agua	18
UNE EN 12697-17	Pérdida partículas	15
UNE EN 12697-18	Esgurrimiento de ligante	15
UNE EN 12697-19	Permeabilidad de probetas	8
UNE EN 12697-22	Ensayo de rodadura	15
UNE EN 12697-23	Determinación de la resistencia a la tracción indirecta	19
UNE EN 12697-24.	Resistencia a la fatiga	11
UNE EN 12697-25.	Ensayo de compresión cíclico	8
UNE EN 12697-26.	Rigidez	12
UNE EN 12697-34	Ensayo Marshall	17
UNE EN 12697-43	Resistencia a los combustibles	2
UNE EN 12697-44	Propagación de fisura por el ensayo de flexión con una probeta semicircular	10
UNE EN 12697-49	Determinación del rozamiento tras el pulido	1
UNE EN 13036-1	Macrotextura superficial (ensayo de circulo de arena)	15
UNE EN 13036-4	Método para la medición de la resistencia al deslizamiento/derrape. Ensayo del péndulo.	13

## Nueva sección de Aleas

no de los equipos para la realización de los principales ensayos de materiales son los siguientes (Norma aplicable-Descripción del ensayo-Número de equipos en Aleas):

Se ha llevado a cabo un trabajo en forma de anillo interlaboratorios, en el que participaron siete laboratorios, utilizando uno de los métodos más relevantes en la actualidad: el ensayo Fénix NLT-383.

Para ello, se elaboró un protocolo específico que permitió unificar las condiciones de ejecución entre todos los participantes, con el fin de minimizar variables que pudieran influir en los resultados, como el tiempo o la temperatura.

Se han evaluado tres tipos de mezclas: dos correspondientes a la norma UNE EN 13108-1, del tipo AC, y una conforme a la norma UNE EN 13108-2 del tipo BBTM. En el caso de las mezclas AC, una de ellas incluía material fresado en su composición.

Para el estudio, se utilizaron probetas elaboradas por un único laboratorio a partir de mezcla recién producida, así como probetas fabricadas por cada uno de los laboratorios participantes las cuales tuvieron que ser recalentadas para alcanzar las temperaturas necesarias para su compactación. En todos los casos se determinó la densidad de las probetas y se realizó el ensayo a tres temperaturas distintas: -5 °C, 5 °C y 20 °C, de acuerdo con lo establecido en la norma correspondiente. Se analizaron diversos parámetros, como la tenacidad, el desplazamiento, la energía de rotura y la resistencia obtenida por cada laboratorio para todas las mezclas eva-

luadas. A partir de estos análisis, se extrajeron conclusiones relevantes, como es la importancia de evitar el recalentamiento de las muestras antes del ensayo, el efecto del material fresado sobre los valores de ductilidad y el comportamiento diferenciado de los materiales ensayados a bajas temperaturas.

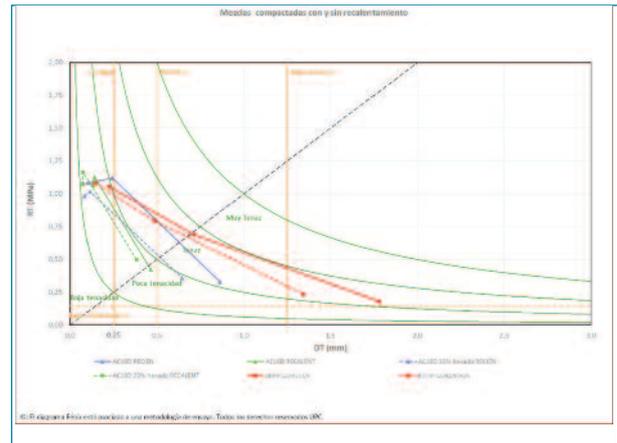


Gráfico 2. Recopilación de datos del ensayo interlaboratorios NLT-383

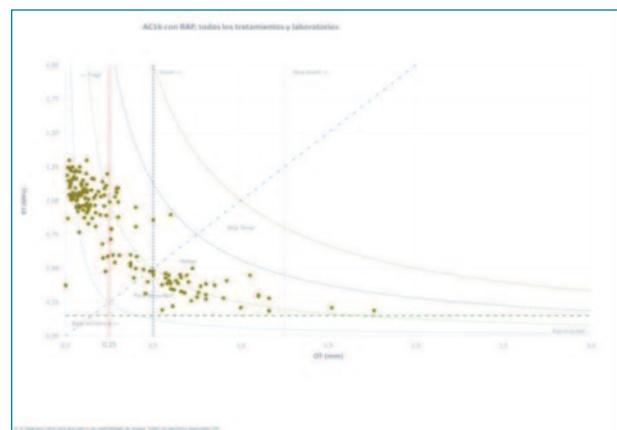


Gráfico 3. Varios gráficos de los resultados obtenidos en el trabajo (mezcla AC-16 con RA)

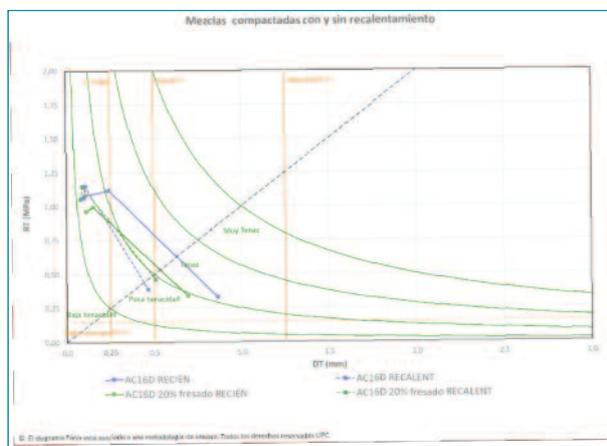


Gráfico 1. Análisis resultados mezcla AC 16 Influencia del recalentamiento.

Actualmente, el grupo de ensayos prestacionales de Aleas está centrado en la preparación de nuevos anillos de ensayo, con el objetivo de evaluar la validez de determinados métodos alternativos para la obtención de resultados relacionados con ciertas propiedades. Además, dentro de la Agrupación ALEAS se ha evidenciado la importancia del trabajo colaborativo en los grupos de trabajo dentro de una agrupación técnica sectorial, como medio para impulsar mejoras en los aspectos técnicos del sector