



# PRESENTACIÓN DE LA GUÍA DE RECOMENDACIONES

## 1. Presentación de la guía de recomendaciones "TRACC"

Mediante este documento se presenta la guía de recomendaciones TRACC con la definición de la estructura general, los criterios detallados, objetivos y estrategias propuestas para la elección del usuario.

## 2. Presentación de las recomendaciones de uso TRACC

Esta guía, desarrollada en el marco del proyecto del suroeste europeo "TRACC", tiene como objetivo promover el uso de técnicas de construcción y conservación de carreteras adaptadas al cambio climático: Las empresas, entidades adjudicadoras, direcciones de obra y proyectistas.

Ideado como herramienta informática permite a los usuarios, en función de su perfil, necesidades y objetivos, acompañarle en la elección de un determinado número de técnicas TRACC. De hecho, dispone de una base de datos de más de 100 técnicas TRACC que aparecen en el territorio de tres países del sur de Europa Occidental como Francia, España y Portugal.

La **guía** proporciona a los usuarios las siguientes opciones:

- Tener **acceso** a toda la base de datos técnicos propios de ámbito nacional.
- La elección de un **perfil de usuario**, teniendo en cuenta los tres componentes principales del sector de la carretera, que son: Propiedad de la obra, Dirección de las obras /contratistas y proyectistas. (Los detalles de estos perfiles se presentan en este documento).
- Elegir un **nivel de ponderación** en función de sus propios objetivos técnicos, medioambientales, económico y de aceptabilidad social.
- Elegir una **estrategia de trabajo**: mantenimiento curativo, mantenimiento preventivo o de nueva construcción.
- Conducir a una amplia gama de **soluciones** TRACC adaptadas a su elección.

Para cada una de las técnicas propuestas, el usuario tiene acceso a toda la información que ha sido identificada. De hecho, un trabajo de capitalización y recopilación de una selección representativa de obras para cada técnica se llevó a cabo para especificar y evaluar su comportamiento en función del tipo de tráfico, la compatibilidad con la situación existente y de la adecuación de la tecnología con los objetivos elegidos.

Así, para cada técnica de la guía, el usuario tiene acceso a un primer nivel de información en la ficha resumen de la técnica considerada.

Esta **ficha resumen** ofrece:

- La presentación de la técnica con su ámbito de empleo.
- El lugar de destino: colocación en la constitución del firme de la carretera.
- La naturaleza del trabajo contempla: nuevas obras, mantenimiento preventivo con y sin refuerzo y mantenimiento curativo.
- La referencia técnica pertinente.
- El tipo de material empleado para su puesta en obra.
- El tipo de climatología adecuada con cada técnica: Oceánico, Mediterráneo, Continental, Montañoso o cualquier tipo de clima.
- La categoría de tráfico admisible.
- Las condiciones de puesta en obra (tiempo, las restricciones geométricas,...)
- La compatibilidad de las técnicas con las características de las zonas urbanas, interurbanas o de ámbito más local.

El nivel de compatibilidad (valoración de 0 a 4; Donde 0 = no apto, 1 = irrelevante, 2 = moderado, 3 = bueno, 4= muy bueno) con la situación existente del soporte en particular: la naturaleza de la estructura (flexible, semiflexible, semirígido o pavimento de hormigón, y el nivel de compatibilidad con los principales deterioros del pavimento (valoración de 0 a 4): fisuración, despegado de capas, permeabilidad, exudación, deformación, uniformidad, desprendimientos y agotamiento estructural del firme.

- Las limitaciones específicas de la explotación y el plazo para la puesta en circulación de la carretera (apertura al tráfico)
- El nivel de adecuación de la técnica con los objetivos elegidos (valoración de 0 a 4: 0 = no apto, 1 = irrelevante, 2 = moderado, 3 = bueno, 4= muy bueno)

Para los **Objetivos medioambientales**:

- Preservación de los recursos de los áridos, ligantes, agua, reciclado y reutilización de residuos de la carretera y externos a la misma.
- El ahorro de energía para las fases de fabricación de los componentes, fabricación de la mezcla, el transporte de las materias primas, de las

mezclas, y por último la aplicación.

- Limitación de las emisiones: las emisiones de gases de efecto invernadero y de otra índole durante las fases de fabricación, transporte y puesta en obra.
- Consecuencias ambientales.

Para los **Objetivos técnicos**, la capacidad de la técnica para solucionar los problemas del tipo:

- Fallo en la adherencia.
- Fisuración.
- Despegue.
- Permeabilidad.
- Exudaciones.
- Deformación.
- Falta de regularidad.
- Desprendimientos.
- Ruido de rodadura.
- Agotamiento estructural del firme.

Para los **Objetivos de aceptabilidad social**, la capacidad de la técnica para:

- Reducir el ruido durante las fases de fabricación, transporte y aplicación.
- Mejorar la calidad de las condiciones de ejecución. (molestias a los residentes y usuarios)
- Mejorar la calidad de las condiciones de trabajo y las repercusiones, el personal de obra en las fases de fabricación y puesta en obra.

Para los **Objetivos económicos**, la capacidad de la técnica para:

- Limite el gasto causado por el transporte.
- Limite la complejidad de las operaciones de mantenimiento y explotación, en particular en lo que respecta a las operaciones de vialidad invernal.
- Proporcionar una buena durabilidad (corto, medio y largo plazo)
- Ofrecer un buen grado de reciclabilidad.
- Datos económicos facilitados por fabricantes, aplicadores y administración pública.

### 3. Presentación técnicas TRACC contenidas en el proyecto

Esta página da acceso a una visión del conjunto de técnicas de la carretera adaptadas al cambio climático presentadas por los socios del proyecto que se incluyen en la guía de recomendaciones. Es por tanto, que la guía se va a apoyar en estas técnicas y en sus diferencias para proponer soluciones técnicas adaptadas.

La base de datos de técnicas de carreteras tenidas en cuenta, concierne a las técnicas con menor huella medioambiental, que según el proyecto TRACC son las siguientes:

#### 3.1. TRACC clásicas e históricas

Estas son las técnicas que comúnmente se utilizan aun después de muchos años, por los socios del proyecto en sus respectivos territorios. Sobre estas técnicas, se ha desarrollado un grupo de tarea completo, como preámbulo indispensable a la creación de la guía. Cada socio (Administración pública, asociaciones técnicas, centros tecnológicos, aplicadores y fabricantes) ha identificado las técnicas TRACC que emplea normalmente, después de muchos años y ha creado una base de datos histórica (año de ejecución, técnicas empleadas, superficie tratada, evolución de la técnica con el paso del tiempo,...) y ha realizado una recopilación de obras de referencia por familia, así como un balance técnico de esas obras basado en la evaluación y medidas complementarias del comportamiento bajo la acción del tráfico.

##### 3.1.1. Reciclado in situ en frío con emulsión bituminosa:

Esta técnica se aplica para rehabilitar el firme de la carretera, total o parcialmente agotado, tanto en vías urbanas como en interurbanas. Hay tres **tipos de tratamiento** (I, II y III):

- Clase I:** En firmes con 4-5 cm de Mezcla bituminosa + Capa granular, (Espesor recomendable a tratar de 8-12 cm)

- **Clase II:** En firmes con más del 50% de Mezcla bituminosa (En espesor) + Capa granular, (Espesor recomendable a tratar de 8-12 cm)
- **Clase III:** En firmes donde el material a tratar tiene el 100% de Mezcla bituminosa, (Espesor recomendable a tratar de 6-12 cm)

### 3.1.2. Mezclas bituminosas en caliente con 15% de fresado:

Combinación de un ligante hidrocarbonado, áridos (incluido el polvo mineral), un 10% de material fresado, y eventualmente aditivos, de manera que todas las partículas quedan recubiertas por una película homogénea de ligante, para su empleo en capas intermedias y de base.

### 3.1.3. Mezclas ultradelgadas:

Se trata de mezclas bituminosas en caliente, para puesta en obra como capa de regularización con un espesor medio de empleo de 1 a 1,5 cm y destinadas a capa de rodadura.

### 3.1.4. Mezclas muy delgadas:

Son mezclas bituminosas en caliente con un espesor comprendido entre 2 y 3 cm y su aplicación es en capa de rodadura.

### 3.1.5. Mezclas delgadas:

Se trata de mezclas bituminosas en caliente con un espesor medio de capa comprendido entre 3 y 5 cm destinada a capas de rodadura.

### 3.1.6. Mezclas bituminosas semidensas:

Son mezclas bituminosas en caliente con un espesor medio de capa comprendido entre 5 y 9 cm, destinadas a capas de rodadura.

### 3.1.7. Mezclas bituminosas gruesas:

Son mezclas bituminosas en caliente con un espesor de capa comprendido entre 8 y 14 cm, destinadas como capas intermedias y base.

### 3.1.8. Mezclas de alto módulo:

Son mezclas bituminosas en caliente con un alto módulo. El espesor de capa está comprendido entre 6 y 12 cm, son empleadas como capa intermedia y base.

### 3.1.9. Grava emulsión:

Mezcla homogénea de áridos, emulsión bituminosa, agua y, ocasionalmente, aditivos, cuya fabricación y puesta en obra se realizan a temperatura ambiente, empleándose en capas inferiores de los firmes. Esta técnica es aplicable en: Obra nueva, refuerzos de firme, capa anti-remonte de fisuras, regularizaciones, ensanches y reparaciones. Hay tres tipos: GE-1, GE-2 y GE-3.

- Se puede emplear en tráfico  $\leq T0$ .
- En nueva construcción (capa de base e intermedia).
- En trabajos de mantenimiento (reperfilado, reparaciones localizadas).

### 3.1.10. Mezclas bituminosas abiertas en frío (MAF):

Combinación de áridos gruesos con una emulsión bituminosa y ocasionalmente aditivos. Cuyo proceso de fabricación, acopio y extensión se realizará a temperatura ambiente. Este tipo de mezcla sin finos, nos permite obtener capas de rodadura e intermedia muy flexible y por tanto adaptable a las deformaciones de la base.

### 3.1.11. Microaglomerados en frío y Lechadas bituminosas

Los microaglomerados en frío y las lechadas bituminosas, son mezclas bituminosas fabricadas a temperatura ambiente con emulsión bituminosa, áridos, agua y, eventualmente, polvo mineral de aportación y aditivos, con consistencia adecuada para su puesta en obra inmediata y que se emplean en tratamientos superficiales para la mejora de las características superficiales (textura superficial y resistencia al deslizamiento) en aplicaciones de muy pequeño espesor, habitualmente no superior a un centímetro y medio (1,5 cm) en una o dos capas (monocapa o bicapa). Generalmente se aplican en la superficie de la carretera tanto en las zonas rurales como en las zonas urbanas. Son adecuados para corregir las deformaciones de menos de 10 mm bajo la regla de 3 m. En otros casos, se debe realizar una preparación previa del soporte.

### 3.1.12. Tratamientos superficiales (TSRG):

Los tratamientos superficiales mediante riego con gravilla son una técnica basada en la aplicación sucesiva de una o varias capas de emulsión y una o varias extensiones de árido. Técnica para el tratamiento de superficie de pavimentos de carreteras sobre todo en las zonas rurales y vías de baja intensidad de tráfico. Es compatible con soportes heterogéneos y proporciona un mejor sellado de la antigua carretera. Las **fórmulas** que se tienen en cuenta son:

- **Monocapa:** Técnica basada en la aplicación de una capa de emulsión bituminosa y seguidamente otra de gravilla empleada principalmente para el tratamiento de superficies de pavimentos de carreteras, sobre todo en las zonas rurales y vías de baja intensidad de tráfico. Se requiere un soporte homogéneo y no admite fuerzas tangenciales importantes.
- **Monocapa preengravillado:** Técnica basada en la aplicación de una primera capa de gravilla previa a la capa de emulsión bituminosa y seguidamente otra de gravilla, empleada principalmente para el tratamiento de superficies de pavimentos de carreteras, sobre todo en las zonas rurales y vías de baja intensidad de tráfico. Adecuado para el tratamiento de superficies heterogéneas y con exudaciones, pero no para soportes porosos o drenantes sin preparación previa.
- **Bicapa:** Técnica basada en la aplicación de dos capas de emulsión bituminosa y otras dos de gravilla aplicadas de forma alternada y empleada principalmente para el tratamiento de superficies de pavimentos de carreteras, sobre todo en las zonas rurales y vías de baja intensidad de tráfico. Se puede emplear sobre un soporte ligeramente heterogéneo y proporciona una mejora en el sellado de la antigua carretera.
- **Bicapa preengravillado:** Técnica basada en la aplicación de una primera capa de gravilla previa al tratamiento bicapa empleada principalmente para el tratamiento de superficies de pavimentos de carreteras, sobre todo en las zonas rurales. Muy adecuado para el sellado de firmes heterogéneos y permite eliminar ciertos preparativos en el empleo parcial. Muy adecuado para tráfico más importantes y donde haya esfuerzos cortantes (giros y rampas). Permite un buen drenaje superficial, si bien tiene un nivel de ruido relativamente alto (dependiendo de la granulometría elegida).
- **Tricapa:** Técnica basada en la aplicación sucesiva de tres capas de emulsión y tres extensiones de árido, aplicados de forma alternada. Empleada principalmente para el tratamiento de superficies de pavimentos de carreteras, sobre todo en las zonas rurales y vías de baja intensidad de tráfico. Se puede emplear sobre un soporte ligeramente heterogéneo y proporciona una mejora en el sellado de la antigua carretera.

### 3.1.13. Reciclado de ligantes hidráulicos

Reciclado in situ de ligantes hidráulicos de capas de firme: Esta técnica es aplicable en cualquier tipo de firme total o parcialmente agotado, tanto en vías urbanas como en interurbanas Mezcla homogénea convenientemente extendida y compactada, del material procedente del fresado de un firme existente (constituido por mezclas bituminosas y materiales granulares) con cemento, agua, eventualmente aditivos y árido de aportación. Con un espesor total compactado comprendido entre veinte (20) y treinta (30) centímetros. Todo el proceso de ejecución de esta unidad de obra se realizará a temperatura ambiente y sobre la misma superficie a tratar.

## 3.2. TRACC experimentales basados en la experiencia

Son técnicas experimentales recientemente usadas por los socios del proyecto sobre sus respectivos territorios, pero en los cuales el periodo de prueba transcurrido permite realizar balances.

Se ha desarrollado un punto completo sobre estas técnicas. Cada socio (Propietario de la red viaria, Dirección de las obras, asociaciones sectoriales y centros técnicos) ha identificado las familias de TRACC experimentales utilizadas estos últimos años, ha creado una base de datos histórica (año de realización, técnicas empleadas, capas tratadas, evolución de la técnica con el tiempo), ha participado en el censo de obras de referencia por familia, así como en un balance técnico de estas obras basado en el feed-back y medidas complementarias de comportamiento bajo tráfico con los otros socios del proyecto.

### 3.2.1. Grava emulsión con el 100% de material reciclado:

Es una mezcla homogénea a partir de material fresado (RAP), emulsión bituminosa, agua y eventualmente aditivos, dosificados y mezclados a temperatura ambiente:

- Se fabrica en una central de mezclado. En este caso, la grava-emulsión se transporta y se pone en obra sobre la calzada. Adaptada a los trabajos nuevos y a los trabajos de mantenimiento.

Se utiliza en toda la gama de trabajos de pavimentación:

- En construcción nueva (explanada, capa intermedia (tipo AC)).
- En trabajos de mantenimiento (reperfilado, reparaciones locales).

### 3.2.2. Mezclas bituminosas en caliente tipo AC con betún mejorado con polvo NFU (BC):

Son mezclas bituminosas en caliente fabricadas con betunes asfálticos mejorados con caucho procedente de neumáticos fuera de uso (BC). Estas mezclas se pueden destinar a capas de rodadura en sustitución de las mezclas fabricadas con betunes asfálticos convencionales. El espesor de capa de AC 16 surf D o S varía entre 4 y 5 cm, mientras que el de la capa de AC22 surf D o S debe ser > 5 cm.

### 3.2.3. Mezclas bituminosas en caliente tipo BBTM con betún modificado con polvo NFU (BMC):

Se define como mezcla bituminosa en caliente tipo discontinuas con BMC, a la combinación de un ligante hidrocarbonado, modificado con caucho de neumático fuera de uso, árido (en granulometría continua con bajas proporciones de árido fino o con discontinuidad granulometría en algunos tamices), polvo mineral y, eventualmente, aditivos. De manera que todas las partículas queden cubiertas por una película homogénea de ligante. El espesor de capa varía entre 2 y 3cm.

### 3.2.4. Mezclas bituminosas en caliente tipo BBTM con betún de alta viscosidad con polvo NFU (BMAC):

Se define como mezcla bituminosa en caliente tipo discontinua con betún modificado de alta viscosidad con caucho NFU, la combinación de un ligante hidrocarbonado altamente modificado con polvo de neumático fuera de uso, árido (en granulometría continua con bajas proporciones de árido fino o con discontinuidad granulometría en algunos tamices), polvo mineral y, eventualmente, aditivos. De manera que todas las partículas queden cubiertas por una película homogénea de ligante. El proceso de fabricación y extensión se realiza muy por encima de la temperatura ambiente. Estas mezclas se aplican en capa de rodadura especialmente para mezclas antirremonte de fisuras. El espesor de capa varía entre 2 y 3 cm.

## 3.3. TRACC Pruebas experimentales

Son las técnicas que se han desarrollado en fase experimental, por parte de los asociados del proyecto, en sus respectivos territorios, pero por el hecho de ser experimentales, aún no se pueden sacar conclusiones definitivas.

En este tipo de técnicas, se ha logrado un objetivo importante. Cada socio (Propietario de la red viaria, Dirección de las obras, asociaciones sectoriales y centros técnicos), ha identificado las familias de técnicas TRACC experimentales, para diseñar una trazabilidad de las mismas (año de realización, técnica empleada, superficies en cuestión, evolución de la técnica durante el tiempo), participando en el censo de las obras de referencia por familia de técnicas y una revisión técnica de estas experiencias basada en los comentarios y las medidas adicionales del comportamiento del tráfico con otros socios del proyecto.

### 3.3.1. Mezcla Bituminosa Semicaliente tipo AC:

Se define como mezcla bituminosa semicaliente tipo hormigón bituminosos, a la combinación de un betún asfáltico especialmente diseñado para reducir la temperatura de la mezcla, árido (incluyendo el polvo mineral) con granulometría continua y, eventualmente, aditivos. De manera que todas las partículas queden cubiertas por una película homogénea de ligante. Al emplear este betún especialmente diseñado, el proceso de fabricación y extensión se realiza a una temperatura entre 30-40 °C por debajo, respecto al de las mezclas bituminosas convencionales. Estas mezclas bituminosas, su principal empleo es como capa de rodadura, intermedia-base.

### 3.3.2. Mezcla Bituminosa Semicaliente tipo BBTM:

Se define como mezcla bituminosa semicaliente tipo discontinua, a la combinación de un ligante hidrocarbonado modificado con polímeros, especialmente diseñado para reducir la temperatura de la mezcla, árido (en granulometría continua con bajas proporciones de árido fino o con discontinuidad granulometría en algunos tamices), polvo mineral y, eventualmente, aditivos. De manera que todas las partículas queden cubiertas por una película homogénea de ligante, con unos espesores de capa de 2 a 3 cm. Al emplear este betún especialmente diseñado, el proceso de fabricación y extensión se realiza a una temperatura entre 30-40 °C por debajo, respecto al de las mezclas bituminosas discontinuas convencionales.

### 3.3.3. Mezcla Bituminosa Templada tipo AC:

Combinación de una emulsión bituminosa específica, árido (incluyendo el polvo mineral) con granulometría continua y, eventualmente, aditivos. De manera que todas las partículas queden cubiertas por una película homogénea de ligante. El proceso de fabricación y extensión se realiza alrededor de 100 °C. En comparación con las mezclas en caliente se reduce la temperatura de fabricación al menos 50 °C.

#### 3.3.4. Mezcla Bituminosa Templada Abierta:

La mezcla templada abierta es la combinación de áridos de granulometría específica, con una emulsión bituminosa, cuyo proceso de fabricación implica calentar los áridos entre 70 – 80 °C y la emulsión entre 40 – 50 °C, de manera que todas las partículas del árido queden recubiertas por una película homogénea de ligante. La mezcla, que podrá ser almacenada, se deberá extender y compactar a una temperatura superior a los 40 °C y una vez terminado este proceso, los huecos de dicha mezcla no serán inferiores al 20%. Las mezclas templadas permiten una fabricación a temperatura por debajo de los 100 °C. En comparación con las mezclas en caliente se reduce la temperatura de fabricación al menos en 50 °C.

#### 3.3.5. Mezcla Templada Recicladas a tasa baja, media y a tasa total:

La mezcla templada reciclada es la combinación homogénea de material resultante del fresado o demolición de una o más capas de mezcla bituminosa de un firme, en su caso, árido virgen, emulsión bituminosa como ligante, y eventualmente aditivos, que es fabricada a una temperatura inferior a 100 °C. La tipología de estas mezclas obedece a criterios de diseño de mezcla (energía de compactación de probetas) y de fabricación en planta (calentamiento del material), muy relacionados con la proporción de MRMB. Es la mezcla compuesta por una cantidad de material recuperado de mezcla bituminosa (MRMB) y árido virgen, a efectos de una eventual corrección granulométrica o de otra característica. Para el tratamiento y fabricación de estas mezclas, es necesario el empleo de sistemas de calentamiento que eviten el contacto directo del MRMB con la llama del quemador en el tambor secador, evitando así una mayor degradación del ligante envejecido del material recuperado de mezclas bituminosa (MRMB).