

ANEXO 1. RETO N°4

DESARROLLO DE LA CONSTRUCCIÓN DE FIRMES BAJO CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD, SEGURIDAD Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

Fecha de última actualización: 1 de diciembre de 2022

1. Antecedentes

La movilidad por carretera sigue siendo la base fundamental del transporte de viajeros y mercancías por lo que disponer de una red viaria de alta calidad aporta competitividad a los países.

Tras décadas de importantes inversiones en infraestructuras de carreteras en España, las necesidades se centran en mantenerlas con la máxima calidad de servicio, y minimizando los impactos negativos.

Además, un objetivo irrenunciable de toda red de carreteras es que debe colaborar en la mejora de la seguridad vial, tanto de los usuarios de la carretera como del personal involucrado en las diversas tareas de mantenimiento de la red viaria.

La ley 37/2015 de 29 de septiembre, de carreteras, entre sus finalidades aboga por el impulso de la investigación, el desarrollo y la innovación tecnológica, así como su difusión, de modo que se fomente el desarrollo de servicios avanzados a la movilidad y al transporte por carretera, reflejando la importancia que debe otorgarse a aquellos aspectos de la gestión orientados a lograr la mayor compatibilidad y coordinación posibles entre la construcción, conservación y explotación de infraestructuras y la gestión y defensa del medio ambiente en su concepto más amplio.

Así, dentro de las competencias del MITMA en materia de carreteras están contempladas las de “actualización, seguimiento y control de la situación y funcionamiento de las carreteras del Estado, incluyendo el análisis, diagnóstico y pronóstico de la oferta vial y de la demanda de transporte”, además de “el impulso a la innovación, así como la implantación y aplicación de nuevas tecnologías en la carretera (...) prestando especial atención a la sostenibilidad, la descarbonización y la vulnerabilidad frente al cambio climático, premisas que se incluirán en el siguiente reto propuesto.

Por su parte, las líneas generales de política económica, industrial y medioambiental de nuestro país, coordinadas con lo marcado por la Unión Europea en sus distintas estrategias, tienen como objetivos la mejora de la eficiencia energética de los sectores estratégicos, la descarbonización y la digitalización como ejes fundamentales claves en la transición ecológica y la transformación digital.

La construcción y rehabilitación de los firmes no puede ser ajeno a este nuevo contexto y a estas nuevas tendencias.

2. Necesidades no cubiertas

En los antecedentes se ha citado la descarbonización, la eficiencia energética, la digitalización y la seguridad vial como áreas de mejora en las que hay que dirigir los recursos humanos y materiales.

En relación con la descarbonización y su relación con los firmes y pavimentos de las carreteras, se deben distinguir dos áreas claramente diferenciadas.

Por un lado, está la relacionada con los **procesos productivos de las actividades de construcción y/o rehabilitación de firmes**, tales como la extracción de materias primas, su transporte, la producción de materiales y la puesta en obra. Todos ellos generan impactos ambientales que afectan al cambio climático, por lo que tienen la obligación de reducir sus efectos adversos sobre el calentamiento global mediante la descarbonización de cada una de las etapas que los integran. Además, la minimización de otros impactos medioambientales, como es el agotamiento de recursos naturales, son objetivos colaterales de gran importancia. Por ello, es necesario verificar la veracidad de la contribución a la descarbonización mediante la mejora de los diversos elementos de la cadena productiva (materias primas, fabricación de materiales, transporte, etc.), de manera que se pueda cuantificar debidamente la calidad de la propuesta al proceso de descarbonización.

Por otro lado, el otro área es la relativa a la fase de explotación de las infraestructuras viarias, en la que el consumo de combustible de los vehículos es el factor fundamental. Es de señalar que la descarbonización asociada a esta fase permite abordar también el reto de la eficiencia energética. La innovación en este campo debería enfocarse al desarrollo de tecnologías que permitan validar in situ la **calidad de los pavimentos en términos de resistencia a la rodadura**. Las propuestas no deberían orientarse tanto a fomentar el desarrollo de pavimentos de baja resistencia a la rodadura, como a los métodos de control de calidad. En una fase posterior, una vez que se disponga de métodos de evaluación adecuados para controlar la resistencia a la rodadura, podría fomentarse el desarrollo de pavimentos que minimizasen el consumo de combustible.

Si bien la descarbonización es uno de los ejes fundamentales de la sostenibilidad medioambiental, hay otras categorías de impactos que deben ser tenidas en cuenta, por lo que el uso de evaluaciones ambientales en las actuaciones de firmes es básico para tener una imagen completa del conjunto de beneficios e impactos negativos generados por cada tipo de actuación.

Programa de Compra Pública de Innovación de la Dirección General de Carreteras

La experiencia acumulada ha puesto de relieve que unos de los factores fundamentales para reducir los impactos ambientales es mejorar la durabilidad de las infraestructuras. En el caso de los pavimentos de carreteras, los sistemas de control de calidad, a excepción de los relacionados con la regularidad del pavimento, se hacen sobre muestras aleatorias que representan una ínfima parte del conjunto de la superficie del pavimento. Cada vez son más comunes las tecnologías de control de calidad de propiedades específicas del pavimento sobre el conjunto de la superficie, como es el caso del control termográfico de los pavimentos asfálticos. Una de las características fundamentales que determinan el comportamiento a largo plazo de este tipo de pavimentos es la densidad del mismo. Hasta el momento el control de calidad se basa en el análisis de testigos o en mediciones puntuales con equipos basados en tecnología nuclear o de la constante dieléctrica del pavimento, de ahí la importancia de **disponer de sistemas de control de calidad rápidos**, que permitan analizar toda la superficie y que no estén basados en métodos destructivos.

Por otro lado, las necesidades relativas a la **digitalización** tienen un carácter transversal entre las fases de diseño, construcción y mantenimiento de los firmes de carreteras.

Gran parte de la digitalización pasa por disponer de inventarios digitales de los activos que componen las infraestructuras viarias. Al construir o rehabilitar un firme, dichos inventarios se ven modificados por lo que debe existir una retroalimentación continua entre las fases de diseño, construcción y rehabilitación.

En estos momentos, aun son escasas las experiencias de proyectos de construcción o de rehabilitación de firmes que se entreguen a los contratistas en formatos digitales y que estos retroalimenten con información obtenida durante las obras, por lo que es necesario la puesta en marcha de experiencias planificadas que aborden de forma transversal la digitalización.

El flujo de información digital tiene una segunda derivada. Existe maquinaria de construcción capaz de recibir la información de los proyectos en formato digital y ejecutar el trabajo con las especificaciones exigidas.

La ejecución de obras de construcción y/o rehabilitación de carreteras con este tipo de tecnologías necesita ser potenciada de forma que existan tecnologías capaces de automatizar esas tareas.

Finalmente, las operaciones de rehabilitación de firmes de carreteras generan una **exposición de los trabajadores al tráfico rodado** que genera un número significativo de víctimas. Existen en el mercado numerosas tecnologías de señalización y aviso de las zonas en obras, pero sin la necesaria evaluación y verificación de su eficacia.

3. Objetivos del proyecto

El objetivo general del proyecto es dotar al MITMA de soluciones innovadoras que ayuden a cumplir los siguientes objetivos:

- Colaborar en el proceso de descarbonización de la economía mediante la **reducción de los impactos ambientales de las obras de construcción y rehabilitación de firmes de carreteras**, para ello las labores a apoyar serán:
 - Desarrollo de materiales para la pavimentación asfáltica que aúnen aportaciones a la descarbonización mediante la mejora de su durabilidad.
 - Mejora de los procesos productivos de las plantas asfálticas y de la logística de las obras.
 - Uso de sistemas de verificación de los impactos ambientales.
- Favorecer la eficiencia energética del transporte por carretera reduciendo el consumo de combustible causado por **la interacción de los vehículos con el pavimento**.
- **Integrar los flujos de información** hacia o desde las obras de construcción y/o rehabilitación de firmes de carreteras bajo formatos digitales de forma que se generen inventarios y modelos digitales de las infraestructuras viarias, para ello las labores a apoyar serán:
 - Digitalización de las operaciones de rehabilitación y construcción de firmes para generar inventarios digitales (as built) y gemelos digitales.
 - Desarrollo de protocolos de comunicación entre los planos digitales del proyecto y las máquinas de puesta en obra.
- Incrementar la durabilidad de los pavimentos asfálticos mediante el **desarrollo de sistemas de control de calidad no destructivos** y que permitan analizar toda la superficie de los pavimentos.
- **Mejorar la seguridad vial de trabajadores y usuarios de las carreteras** en las zonas afectadas por operaciones de construcción y/o rehabilitación de firmes.

Las soluciones propuestas podrán combinar simultáneamente los diversos objetivos propuestos.

Todas las tecnologías serán aplicables a cualquier activo de la Red de Carreteras del Estado o a su red anexa.

Se valorarán positivamente las propuestas que establezcan métodos de alto rendimiento de equipamiento innovador, mecanismos que supongan un tratamiento adecuado de los datos, así como métodos innovadores a problemáticas ocultas y recurrentes.

A continuación, se detallan los requisitos que desde la DGC se considera que las soluciones innovadoras propuestas deberían permitir satisfacer. No obstante, esta

relación no debe considerarse ni exhaustiva ni obligatoria. Se podrán considerar igualmente válidas propuestas que ofrezcan funcionalidades y capacidades no contempladas por la DGC, así como las que sólo permitan satisfacer algunos de los requisitos.

Los requerimientos técnicos principales de las tecnologías descritas anteriormente son los siguientes:

- Las tecnologías serán capaces de realizar esta innovación empleando el menor número de medios.
- Deberán contemplar la mejora en los procesos de análisis, diagnóstico e ingeniería viaria.
- Para conseguir unos resultados óptimos, todas las soluciones relativas a digitalización se deben realizar bajo un marco de protocolos de manera que las diversas tecnologías empleadas no sean casos aislados, sino que puedan integrarse dentro de un flujo de información, prestando la debida atención a la interoperabilidad de las tecnologías.
- Al igual que se debe facilitar el flujo de información digital de las obras ejecutadas para su incorporación a los sistemas de inventariado, los sistemas de control de calidad continuos de los pavimentos deberían facilitar igualmente la información en formatos compatibles.
- Las tecnologías deberán ser de naturaleza eminentemente flexible y adaptable, y esto deberá ir acompañado por sistemas abiertos desde el punto de vista técnico/informático que incentiven y promuevan la incorporación de soluciones innovadoras, pioneras y flexibles.

Se valorará que las soluciones propuestas puedan ser validadas en un entorno real. Las tecnologías o soluciones propuestas en su conjunto deben estar preparadas para su demostración o prueba a corto plazo con todas sus funcionalidades definidas.

4. Casos de uso:

A continuación, se plantean casos de uso para la solución innovadora. Se debe tener en consideración que estos son sólo ejemplos que tienen como objetivo facilitar la elaboración de las propuestas. Por tanto, las soluciones innovadoras propuestas podrán centrarse indistintamente en estos u otros casos de uso. De hecho, se valorarán positivamente las propuestas que aborden casos de uso adicionales a los que aquí se presentan.

CASO DE USO A:

Caso de uso aplicado a la construcción de firmes de carreteras: un diseño BIM generado en un proyecto de construcción o rehabilitación de firmes debe permitir ser convertido en información digital que sea “comprensible” por la maquinaria y equipos técnicos que se utilicen en las obras, sin necesidad de tener que generar proyectos de conversión de la información. Esto permitirá realizar la obra de forma eficaz y sin apenas contratiempos derivados de una mala ejecución.

CASO DE USO B:

Caso de uso aplicado a la mejora de la seguridad vial en las obras: serán eficaces sistemas de señalización preventiva para los usuarios de las carreteras, así como sistemas de aviso de intrusión en las zonas de trabajo o sistemas de protección frente a impactos que avisasen de modo continuo a los trabajadores y operarios pudiendo parar el trabajo de forma inmediata, evitando de este modo, el riesgo de accidentes.

CASO DE USO C:

Caso de uso aplicado en la caracterización de un pavimento: actualmente la toma de muestras de un firme se realiza mediante la extracción de testigos. La caracterización de los pavimentos por métodos no destructivos que pueden abordar, entre otros, la evaluación de propiedades fundamentales como son la densidad/rigidez de los pavimentos asfálticos, así como la caracterización termográfica durante el extendido de las mezclas bituminosas o la caracterización de las propiedades superficiales de los pavimentos y su posible correlación con parámetros que cuantifiquen la seguridad de los pavimentos y su interacción con los neumáticos, permitirán tener datos para estudiar todos los parámetros que sean de importancia a la hora de planificar una actuación en la red de carreteras, de modo que no se produzcan daños en los pavimentos y se pueda disponer de información completa y no de forma puntual.

CASO DE USO D:

Caso de uso aplicado a la descarbonización, la construcción de firmes sostenibles deberá estar basada en la búsqueda de nuevos materiales, procesos y maquinaria que contribuyan a la mejora de la cadena productiva de manera que se tenga una constancia veraz de la reducción de los impactos ambientales, contribuyendo de este modo al proceso de descarbonización.

5. Beneficios esperados

Los beneficios esperados de las propuestas se pueden dividir en dos categorías: beneficios a la sociedad, como es el caso de la descarbonización o la mejora de la seguridad vial y beneficios para la mejora de la gestión y aprovechamiento de los recursos económicos y humanos de los que dispone el MITMA.

Programa de Compra Pública de Innovación de la Dirección General de Carreteras

De manera colateral, la mejora de los procesos productivos para reducir los impactos ambientales suele ir acompañada de mejoras en la eficiencia de dichos procesos, lo que puede generar una reducción de costes de operación.

En cuanto a los beneficios relativos a la gestión, las mayores aportaciones se esperan que provengan a través de la temática de digitalización. Digitalizar no consiste solo en ejecutar tareas más rápidamente, sino que implica cambios sustanciales en los métodos y procedimientos de trabajo. En una primera fase, los beneficios esperados se centrarán en el cambio de los modelos de gestión y en una fase posterior se abordará cómo explotar la ingente cantidad de datos que conlleva la digitalización para convertirla en información útil para la gestión de las infraestructuras viarias.

Los objetivos orientados a mejorar la durabilidad de los pavimentos asfálticos tienen diversas vertientes. Por un lado, se busca que permitan reducir los impactos ambientales (especialmente en lo referido a descarbonización), pero también se pretende que generen una mayor eficiencia de las inversiones realizadas por el MITMA en su red de carreteras.

Por otra parte, se mejorará la seguridad vial en las obras dotando a los trabajadores de sistemas de aviso y protección efectivos que hagan seguro su trabajo en las obras de rehabilitación y construcción de firmes.

6. Contenido innovador

Actualmente las soluciones para la construcción y rehabilitación de firmes se toman desde un punto de vista técnico, que aplica normativa que fue aprobada en circunstancias económicas, presupuestarias y tecnológicas del sector muy diferentes al del actual por lo que, parece muy conveniente adoptar ahora, lo antes posible, medidas encaminadas a reajustar los criterios que informan la aplicación de esas normas y aprovechar el conocimiento adquirido y la aparición de nuevas tecnologías para adaptar el enfoque de la construcción y rehabilitación de firmes a las circunstancias actuales.

MITMA, como garante de la vialidad segura y confortable y de las inversiones realizadas en la red de carreteras del Estado, precisa de herramientas y soluciones innovadoras, adicionales a las que existen actualmente en el mercado que, orientadas a la descarbonización, mejoren sustancialmente los procesos, tecnologías y materiales existentes en el mercado, debiendo facilitarse valoraciones ambientales debidamente soportadas.

Dichas soluciones pueden abordar mejoras en los procesos productivos, en la eficiencia logística, en el uso de materiales con menores impactos ambientales o en cualquier otro enfoque que permita la puesta de obra de pavimentos asfálticos desde la óptica de la eficiencia ambiental, técnica y económica.

Programa de Compra Pública de Innovación de la Dirección General de Carreteras

Las soluciones pueden además contener o combinar aspectos de machine learning, inteligencia artificial, visión artificial, big data, modelización del tráfico, gemelos digitales, etc.

Parte de esta innovación podrá traducirse en una innovación en la normativa de carreteras que establezca criterios y recomendaciones para la gestión inteligente de las infraestructuras de manera que de partida (carreteras de nueva construcción) o en carreteras en servicio se implanten soluciones que maximicen la eficiencia de la infraestructura viaria y el sistema de transporte.

La innovación, por tanto, puede ser una herramienta que permita conseguir los objetivos citados, siendo un complemento a las inversiones ordinarias que se realizan en la red de carreteras. La búsqueda de soluciones alternativas, o complementarias, a las existentes puede ayudar a la consecución de los objetivos propuestos, acelerando incluso, su consecución.