

**Tribuna Abierta**

**Conservación  
y austeridad:  
El reto a superar**

**En Portada**



**Entrevista a Dña. María  
del Rosario Cornejo  
Arribas, Subdirectora  
General  
de Conservación  
y Explotación del  
Ministerio de Fomento**

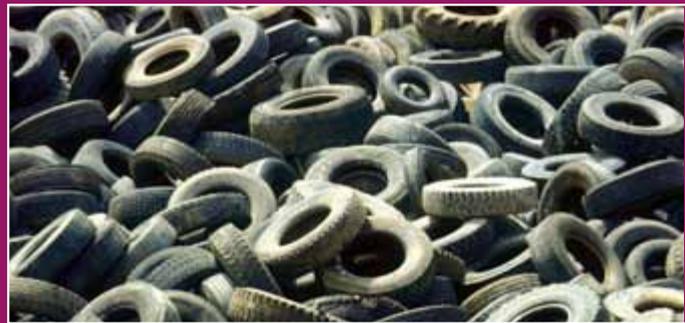
**Opinión**

**La conservación  
extraordinaria de las  
carreteras necesita ser  
sostenible y dejar  
de ser extraordinaria**



# RUTAS

REVISTA DE LA ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS



## **Rutas Técnica (Especial Conservación)**

**El control de calidad en la conservación  
y explotación de carreteras**

**La evolución del gasto en conservación en las  
autopistas de peaje de titularidad estatal**

**La seguridad: Enfoque preferente  
de la conservación**

**La accidentalidad en conservación**

**Análisis sobre el desarrollo actual de los  
soportes informáticos de los sistemas  
de gestión de carreteras**

**Sistema de detección de fisuras mediante  
vehículo de alto rendimiento**

**Implantación de un Sistema de Pronóstico  
Meteorológico para los usuarios de las  
carreteras**

**Sistemas de lectura de matrículas y visión  
artificial aplicados a la gestión, explotación  
y mantenimiento de infraestructuras**

**Rehabilitación de firmes con mezclas bituminosas  
en caliente fabricadas con betún caucho**



## Nuestro compromiso con las normas es firme

Cumpliendo estrictamente con la norma de hormigón estructural (EHE), ofrecemos productos de calidad duradera.

Holcim Hormigones



### Contenido de cemento según clases de exposición

El seguimiento estricto de los requisitos de la EHE sobre el contenido de cemento por clase de exposición y tipo de hormigón, garantiza la durabilidad de nuestro producto.



### Volúmenes fiables

1 m<sup>3</sup> son 1.000 litros de hormigón.



### Uso garantizado de cemento resistente a los sulfatos (SR) cuando sea solicitado

Al pedir hormigones sometidos a fuerte ataque químico (clase de exposición Qc), tienen la certeza de una fabricación con cemento SR.



### Relación agua/cemento

Cumplir con las indicaciones de la norma sobre máximo de relación A/C, nos permite reducir la permeabilidad del hormigón. En ningún caso añadimos agua en obra.



### Cero reutilización

Nunca recuperamos hormigones para volver a entregarlos, lo que asegura el respeto del tiempo límite de uso marcado por la instrucción.

En su próxima contratación, elija un proveedor de hormigón de confianza y exija el cumplimiento de las normas.

## Sumario

Nuestra portada:  
Actuaciones de conservación.



### Tribuna Abierta

- 3 Conservación y austeridad: el reto a superar, *por Ángel García Garay.*

teras, *por el Grupo de Trabajo "Inventarios", del Comité C6 de la ATC.*

### En Portada

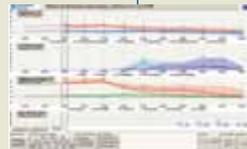
- 5 Entrevista a Dña María del Rosario Cornejo Arribas, Subdirectora General de Conservación y Explotación del Ministerio de Fomento.



- 48 Un sistema de detección de fisuras mediante vehículo de alto rendimiento, *por Fernando Varela y Laura Mancebo.*



- 52 Implantación de un Sistema de Prognosis Meteorológica para los usuarios de las carreteras, *por Ángel J. Muñoz Suárez.*



### Opinión

- 12 La conservación extraordinaria de las carreteras necesita ser sostenible y dejar de ser extraordinaria, *por Juan José Potti.*

- 59 Sistemas de lectura de matrículas y visión artificial aplicados a la gestión, explotación y mantenimiento de infraestructuras, *por Ángel J. Muñoz Suárez.*



### Rutas Técnica

- 16 El control de calidad en la conservación y explotación de carreteras, *por el Grupo de Trabajo "Calidad en la Conservación" del Comité C6 de la ATC.*



- 64 Rehabilitación de firmes con mezclas bituminosas en caliente fabricadas con betún caucho, *por Francisco J. Lucas Ochoa.*

### Autovías del Estado

- 70 El Ministerio de Fomento pone en servicio los tramos Abadín-Castromaior y Castromaior-Touzas de la Autovía del Cantábrico A-8, *por Andrés Corral González y Aldo Zupicich Puga.*



### Simposios y Congresos organizados por la ATC

- 75 XII Jornadas de Conservación de Carreteras. "Hacia la eficiencia en conservación de carreteras".

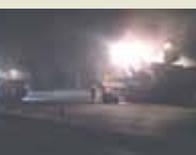
### Notas de Lectura

- 77 "Traffic: Why We Drive the Way We Do (And What it Says About Us)", *por Sandro Rocci.*

### Fomento informa

### Noticias

- 43 Análisis sobre el desarrollo actual de los soportes informáticos de los sistemas de gestión de carre-



# RUTAS

Revista de la Asociación Técnica de Carreteras

Nº 140- II Época - Septiembre-octubre 2010

#### Edita:

ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS.  
Monte Esquinza, 24, 4.º Dcha.  
28010 MADRID  
Tfno.: 913 082 318 - Fax: 913 082 319.  
www.atc-piarc.com

#### Presidente:

Roberto ALBEROLA

#### Comité de Redacción:

##### Presidente:

Roberto ALBEROLA

#### Vocales:

José ALBA GARCÍA  
Francisco CAFFARENA LAPORTA  
Alfredo GARCÍA GARCÍA  
Federico FERNÁNDEZ ALONSO  
José María IZARD  
Carlos JOFRE  
Sandro ROCCI  
Manuel ROMANA  
Antonio RUILOBA  
Margarita TORRES  
Carmen VELILLA

#### Directora Técnica:

Belén MONERCILLO DELGADO

#### Director Ejecutivo:

Vicente BARBERÁ

#### Redacción, Diseño, Impresión, y

#### Distribución:

V. Barberá, S.L.  
D. Ramón de la Cruz, 71, Bajo Dcha.  
28001 Madrid. Tel. 913 092 471  
Fax: 913 091 140.

#### Jefatura de Redacción:

Juan VAQUERÍN  
redacción@revistarutas.es

#### Coordinación y Planificación:

María Luisa BRIZ

#### Departamento de Publicidad:

Adela GARCÍA.  
Tel.: 914 024 972  
publi@revistarutas.es

#### Fotomecánica:

Magister Grafistaff

Depósito Legal: M-7028 - 1986.

**LAS OPINIONES VERTIDAS EN LAS PÁGINAS DE ESTA REVISTA NO COINCIDEN NECESARIAMENTE CON LAS DE LA ASOCIACIÓN NI CON LAS DEL COMITÉ DE REDACCIÓN DE LA REVISTA.**

COMENTARIOS: Se admiten comentarios escritos a los artículos técnicos publicados en este número, hasta tres meses después de su fecha de salida. El Comité de Redacción se reserva el derecho de decidir la publicación o no de los que juzgue oportuno. ■ No se mantendrá correspondencia alguna con los autores de los comentarios, a los que se agradece en todo caso su colaboración en la orientación de la Revista.

## PRINCIPALES ACTIVIDADES DEL ÁREA DE AUSCULTACIÓN VIAL

### I INVENTARIOS DE CARRETERAS

- Características geométricas de las carreteras

### I AUSCULTACIÓN DE PAVIMENTOS

- Auscultación estructural
  - Deflectógrafo Lacroix-03
  - Deflectómetro de impacto HWD
  - Curviámetro MT
  - Geo-Radar
- Auscultación funcional
  - Perfilómetro Láser (Greenwood)
  - Deterioros (Vehículo ARAN)
  - Retrorreflexión (Ecodyn)

### I PATOLOGÍA DE CARRETERAS

### I INVENTARIO Y AUSCULTACIÓN DE PUENTES

### I APLICACIONES INFORMÁTICAS DE GESTIÓN

- Gestión de Firms (GEFIREX)
- Dimensionamiento de Firms (CARACOL)
- Sistema de Información Geográfica (GALENO)
- Base Visual de Datos (AGENDA DE CARRETERAS)
- Sistema Experto en Gestión de Puentes (SGP)



**GEOCISA**

OFICINAS CENTRALES

Los Llanos de Jerez, 10 y 12  
28823 Coslada (Madrid)  
Tel.: 91 660 30 00 - Fax: 91 671 64 60  
e-mail: acarcellerd@geocisa.com  
www.geocisa.com

## Conservación y austeridad: El reto a superar

**E**spaña ha experimentado en los últimos 25 años unos tiempos de bonanza económica que ha sabido aprovechar para dotarse de una magnífica red de infraestructuras, cuyo valor patrimonial, en el caso de las carreteras estatales, se estima próximo a los 80 000 millones de euros.

Este ingente patrimonio viario, que incluye 12 000 km de vías de alta capacidad, 800 túneles de longitud superior de 400 m; 6 000 puentes, etc., sitúa a España entre los primeros países de nuestro entorno, y sustenta la hipótesis de que se ha alcanzado gran parte de lo que la Sociedad y las necesidades de su desarrollo demandaban.

Afortunadamente, no sólo se ha creado un gran patrimonio físico, sino que paralelamente y con mayor intensidad si cabe, se ha desarrollado una ingeniería de carreteras que puede tratar de igual a igual a cualquier otra ingeniería mundial.

Este conocimiento técnico contrastado va a resultar decisivo para superar con éxito el reto que afrontamos en estos momentos: preservar el magnífico patrimonio que tenemos, con criterios de austeridad y eficiencia.

Para ello necesitamos unos recursos mínimos, estables y garantizados, para que las empresas del sector de conservación puedan mantener sus equipos humanos, su parque de maquinaria, y sobre todo sus apuestas tecnológicas.

Pero también necesitamos poner en valor las técnicas más eficientes en el mantenimiento de carreteras.

Probablemente no se podrá mantener el ritmo de refuerzos de firme que se ha seguido en los últimos años, y por lo tanto habrá que estar mucho más atento a la aparición de fisuras y cuarteos para proceder con diligencia a su sellado y saneo antes de que progrese el deterioro.

Igualmente, habrá que planificar las operaciones de conservación con exquisito rigor para atender prioritariamente las actuaciones más necesarias.

Será también necesario optimizar los repintados de las marcas viales, eligiendo materiales, formulación y aplicadores que garanticen mayor calidad y duración.

Del mismo modo, las siegas y podas de vege-

tación en las márgenes de las carreteras, que tantos recursos pueden llegar a consumir de los contratos de conservación integral, deberán optimizarse tanto en su vertiente de productos empleados como en la de la selección de las zonas de tratamiento y de la época del año más apropiada para actuar.

Con esta visión, desde el Comité de Conservación y Vialidad Invernal de la Asociación Técnica de Carreteras hemos tratado precisamente de volcar nuestro esfuerzo en identificar las mejores prácticas en conservación y ponerlas a disposición de todos los ingenieros del Sector, tanto a través de artículos que verán la luz en estas páginas, como en el sitio Web de la Asociación técnica de Carreteras ([www.atc-piarc.com](http://www.atc-piarc.com)).

Queremos aprovechar esta ocasión para felicitar por su excelente trabajo a los miembros del Comité, y especialmente a los jefes de grupo, D. Luis Ayres Janeiro, D. Ángel Muñoz Suárez, D. Pablo Sáez Villar y D. Carlos Sánchez Macías que han liderado el desarrollo de los siguientes temas:

- Implantación efectiva de un Sistema de Calidad en Conservación, que destaca las ventajas de establecer Instrucciones Técnicas de Trabajo para realizar las operaciones de conservación, que incluyan los Puntos de Inspección necesarios para prevenir fallos y garantizar la calidad y eficiencia de las operaciones realizadas.

- Enfoque Técnico Científico de la Conservación, que recoge y detalla los avances técnicos de los últimos años en Conservación de Carreteras.

- Accidentalidad en Conservación que, tras una encuesta en el Sector de conservación, ofrece unas conclusiones que resaltan las singularidades de esta actividad y alertan sobre las prácticas de mayor riesgo de accidente.

- Por último, el grupo sobre Inventarios para Conservación de Carreteras, tras realizar una amplia encuesta entre las empresas de conservación sobre el tipo de inventario que utilizan, propone un estándar común y unos requisitos básicos de compatibilidad de los distintos inventarios, que se consideran indispensables para una correcta programación de las operaciones de conservación. ■

# Seguimos innovando en la conservación

Desarrollando tecnología propia para crear infraestructuras más seguras y sostenibles.

## VIAGRIP\*

Tratamientos de alta adherencia



## PINTURAS TERMOCRÓMICAS\*



## NOXER

Tratamientos  
descontaminantes

\*Técnicas galardonadas con los Premios ACEX de Seguridad en los años 2007 y 2008.



Más de 45 años conservando carreteras

**Entrevista a**

# **Dña. María del Rosario Cornejo Arribas, Subdirectora General de Conservación y Explotación del Ministerio de Fomento**

**Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos por la Universidad Politécnica de Madrid, promoción del año 1993, María del Rosario Cornejo Arribas inició su carrera profesional en la empresa privada hasta que en año 1997 aprobó las oposiciones al Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos del Estado. Su primer destino fue en la Confederación Hidrográfica del Ebro en Zaragoza, volviendo posteriormente a Madrid para trabajar en la Confederación Hidrográfica del Tajo. En septiembre de 2001 se incorpora a la Subdirección General de Conservación y Explotación de la Dirección General de Carreteras, donde se ocupa del seguimiento y control de las obras de dicha Subdirección. En mayo de 2006 es nombrada Jefe de Área pasando a ocuparse también de la aprobación de los proyectos de dicha Subdirección. Finalmente, en mayo de 2009 es nombrada Subdirectora General de Conservación y Explotación.**



**¿Cómo se estructura su Subdirección y quiénes están a cargo de sus respectivas áreas?**

La Subdirección está organizada para dar una respuesta adecuada a las funciones que tiene encomendadas y que, básicamente, son Seguridad Vial, Explotación y Conservación.

Las funciones del Área de Seguridad Vial son coordinadas por D. Roberto Llamas Rubio, Coordinador de Seguridad Vial, y entre ellas

se destacan la confección del inventario de la seguridad vial, el análisis de accidentes y la elaboración de planes y programas de seguridad vial en el ámbito de las competencias del Ministerio. También coordina el impulso de actuaciones de mejora de la seguridad de la Red. Además, hay que destacar también que en estos momentos se encuentra trabajando en la transposición de la Directiva de

Seguridad en las infraestructuras viarias.

El Área de Explotación está a cargo del Subdirector General Adjunto, D. Agustín Sánchez Rey, y del Jefe del Área de Explotación, D. Eladio Lanzas Merino. Las funciones desarrolladas por éstos incluyen la realización de informes relativos a las autorizaciones de accesos a las carreteras del Estado, los informes urbanísticos que

las afectan, las autorizaciones de los transportes especiales, los informes sobre cualquier incidencia en las autopistas de peaje, así como la aprobación de los proyectos de las obras que se realizan en ellas. A estas responsabilidades, se suman además los túneles, las áreas de descanso y servicio, y en general las autorizaciones y sanciones establecidas en nuestra legislación de carreteras.

La Conservación está a cargo del Jefe del Área de Conservación, D. Ángel J. Sánchez Vicente, cuyas labores fundamentales consisten en el mantenimiento de la vialidad y la conservación ordinaria del patrimonio vial en las carreteras correspondientes a los 160 sectores de conservación integral, así como en los contratos de concesión de autovías de primera generación. También tiene a su cargo, a través del Consejero Técnico, D. Álvaro Navareño Rojo, los sistemas de gestión de firmes, obras de fábrica y señalización, a partir de los cuales se procede a la propuesta de las actuaciones necesarias. Próximamente se incorporará un sistema de gestión de vialidad invernal, cuya campaña se lleva a cabo a través del Área de Conservación.

Existe además el Área de Proyectos y Obras, cuyo Jefe es D. Ángel L. Martínez Muñoz, a cuyo cargo está la supervisión y aprobación técnica de los proyectos que se redacten en cumplimiento de las órdenes de estudio dadas por las Áreas anteriores. Asimismo se ocupa del seguimiento y control técnico y económico de las correspondientes obras.

**¿Qué actuaciones más importantes está realizando esa Subdirección en estos momentos? ¿Y a corto plazo?**

Actualmente estamos en un momento de ajuste presupuestario, pero es necesario seguir actuando sobre nuestras carreteras. Por ello, se están revisando todas actuaciones previstas, órdenes de estudio, proyectos y obras para, en su caso,

adaptarlas a las instrucciones de eficiencia establecidas por la Dirección General de Carreteras.

Queremos potenciar la coordinación y especialización de todos aquellos que intervienen en la conservación, explotación y mejora de la seguridad vial de nuestras carreteras, haciendo especial hincapié en las particularidades que tiene actuar sobre una carretera en servicio.

Están fase de tramitación las nuevas instrucciones de señalización horizontal y vertical, y estamos revisando la Instrucción Técnica para la instalación de reductores de velocidad y bandas transversales de alerta, también para mejorarla. Así mismo, se está tramitando el Real Decreto que transpondrá la Directiva Europea de Seguridad en las Infraestructuras Viarias, y ya se están redactando sus directrices de desarrollo en las que se regularán de forma pormenorizada los procedimientos y los procesos de aplicación, como el programa de formación y acreditación de auditores.

Otras actuaciones que se están llevando a cabo, para incrementar la eficiencia en los trabajos y el mantenimiento de la vialidad invernal, son la puesta en marcha de un proyecto piloto relativo a la aplicación de sistemas de ayuda a la toma de decisiones y, por otro lado, el desarrollo de un sistema de gestión de la vialidad invernal que permita integrar y gestionar adecuadamente toda la información que se genera relativa a esta cuestión.

También estamos estudiando la delegación de ciertas atribuciones en los Jefes de Demarcación para la agilización de los expedientes de explotación, tales como autorizaciones de ocupación del dominio público, accesos, etc.

**¿Cuál es el estado actual del Plan relativo a las Autovías de Primera Generación?**

La fase I, que se corresponde con actuaciones en 1 500 km de las autovías A-1, A-2, A-3 y A-4 (16 tramos), está en sus dos tercios (10

tramos) contratada y en avanzado estado de ejecución las obras de primer establecimiento y mejora, como podrá observar cualquiera que circule por dichas autovías. En principio, la totalidad de las obras finalizarán en el año 2011 excepto un tramo de la A-2 que exige nueva tramitación ambiental y que impide su finalización el año próximo.

En lo que a obras de reforma se refiere, cuyos proyectos corresponde aprobar a esta Subdirección General, están todos aprobados.

No podemos ocultar las dificultades encontradas para arrancar estos contratos a cuyos concesionarios, como a todos, les sorprendió una crisis económica que ha variado las facilidades de financiación habidas hasta ese momento, y los incrementos de tráfico que se incluyeron en sus ofertas. Además de lo antedicho y unido a lo absolutamente novedoso de dichos contratos, con las dificultades de interpretación que todo lo nuevo conlleva, crearon esas dificultades que le mencionaba al principio.

**Ante esta situación se tuvieron que tomar medidas....**

La disposición adicional cuadragésima segunda, de la Ley 26/2009 de Presupuestos Generales del Estado para el año 2010, allanó el camino. Se puede destacar de dicha disposición que admite, por razones de interés público, la inclusión de obras adicionales a las recogidas en los anteproyectos, establece un reconocimiento trimestral de la inversión a efectos del cálculo de la tarifa, la compensación de tráfico ligero y pesado, y el otorgamiento de un préstamo participativo por el importe de los obras adicionales reconocidas.

**¿La realización de estas obras habrán supuesto un buen número de afecciones a la circulación?**

Desde esta Subdirección General se está poniendo especial empeño en que dichas obras afecten lo menos posible a la circulación, lo que no siempre es fácil dada la di-



Para nuestra entrevistada, es indudable que las necesidades siempre son superiores a las disponibilidades presupuestarias, pero el objetivo del 2% recogido en el PEIT es un porcentaje realista y alcanzable en los próximos años.

ficultad de compatibilizar los distintos intereses (usuarios, transportes especiales, constructoras, concesionarios, etc.). Debe de tenerse en cuenta que nunca hasta ahora se había sometido a ninguna autovía a una remodelación tan profunda, en tantos kilómetros y en un tiempo tan reducido, y todo eso con las mayores intensidades de tráfico habidas hasta ahora en España. Por todo ello, quisiera aprovechar su revista, aunque el carácter especializado de la misma haga que sus lectores comprendan las dificultades con que nos encontramos, para pedir disculpas si en algún momento puntual las molestias al circular por dichas autovías superan las previstas por nosotros.

Finalmente, los tramos de la Fase I que quedan por contratar y los de la Fase II están siendo revisados para asegurar que las actuaciones incluidas en ellos se ajusten a las instrucciones que, para la mejora de la eficiencia, se han establecido en la Dirección General de Carreteras.

**¿De qué forma está afectando la crisis económica actual a su Departamento? ¿Y cuáles son sus perspectivas para el año que viene?**

Ya le he mencionado con anterioridad las dificultades que las concesionarias han encontrado para acceder a la financiación al haberse endurecido significativamente las

condiciones impuestas por las entidades financieras, desde el momento en que presentaron su oferta.

La situación actual nos ha obligado a establecer medidas para el ahorro en el consumo energético en las carreteras, para lo cual el Director General ha aprobado una Nota de Servicio que obliga a apagar la iluminación en determinados tramos interurbanos y a mantenerla sólo cuando las condiciones de intensidad de tráfico o de presencia de tramos de concentración de accidentes así lo aconsejen.

En cuanto al presupuesto de la Subdirección, en el año 2011 sufrirá un recorte próximo al 15 %, que es importante, pero mucho menor que el recorte que sufrirán otros capítulos, lo que pone de manifiesto la apuesta firme y decidida de la Dirección General de Carreteras por la Conservación.

Es por eso que, en lo que a la Dirección General de Carreteras se refiere, el peso del presupuesto de conservación en el año 2011 respecto del total supondrá el mayor porcentaje alcanzado hasta el momento.

**A nadie se le escapa que la conservación no ha tenido, como sería de desear, la atención necesaria a lo largo del tiempo, a pesar de los continuos esfuerzos que se han realizado. ¿Cree que en estos momentos**

**la tiene? ¿Qué medidas tendrían que adoptarse para mejorar esta situación?**

Esa situación ha cambiado significativamente en los últimos años, en los que hemos pasado de dedicar cantidades del 1% del valor patrimonial de la Red a dedicar, en el año 2009, un 1,9%.

Es indudable que las necesidades siempre son superiores a las disponibilidades presupuestarias, pero el objetivo del 2% recogido en el PEIT es un porcentaje realista y alcanzable en los próximos años. También hay que destacar que, como le he dicho con anterioridad, desde el Ministerio de Fomento se está haciendo un importante esfuerzo por mantener el presupuesto de conservación dadas las repercusiones que sobre el valor patrimonial de la red tendría un brusco recorte.

**Recientemente, algunas asociaciones del sector denuncian que la conservación y rehabilitación de firmes necesitaría una inversión aproximada a los 700 millones de euros anuales para garantizar la seguridad y el confort de las carreteras dependientes del Estado, con lo que, además, se eludirían sobrecostes relativos al consumo de combustible, emisiones de CO<sub>2</sub>, etc.? ¿Qué opinión le merece esta afirmación?**

No voy a entrar a valorar el interés que esconden dichas publicaciones; no obstante, si le diré que el presupuesto de la Subdirección General de Conservación y Explotación de Carreteras en el año 2010 supera los 1 265 millones de euros. Aunque apenas se han licitado obras durante este ejercicio, tenemos un volumen de obras en ejecución superior a 1 142 millones de euros, con una anualidad para este año por encima de los 450 millones de euros. Por otro lado, la inversión en obras de reforma y primer establecimiento que se están ejecutando en los tramos de Autovías de Primera Generación es de 1 329 millones de euros, estando prevista la ejecución de 455 millones en 2010. Por tanto, al menos en este ejercicio, estamos muy por encima de las cifras que usted menciona.

Sin embargo, y como acabo de indicar anteriormente, es importante mantener en lo posible las inversiones en conservación y explotación para no desperdiciar el esfuerzo realizado en los últimos años.

**Hasta hace poco se cifraba la necesidad de destinar el 2% del valor patrimonial de nuestras carreteras a conservación. ¿Cree que ese porcentaje es el adecuado o piensa que se debe de llegar al 3%, como otros grupos del sector defienden, sobretodo en un país en el que cerca del 90% del transporte interior se realiza por carretera con una carga media que se acerca al doble del que soportan, por poner un ejemplo, las carreteras francesas?**

En la situación actual, el objetivo debe ser alcanzar el 2% del valor patrimonial de red establecido en el PEIT, incrementos superiores pecan de poco realistas. No obstante, sí conviene reflexionar sobre qué cantidades del presupuesto de conservación deben o no incluirse en ese objetivo del 2%.

Y, en cualquier caso, no conviene olvidar que estamos hablando

de inversiones en conservación ordinaria, extraordinaria y vialidad invernal similares a países de nuestro entorno, con redes de carreteras comparables a la nuestra por su heterogeneidad y extensión.

**En nuestra anterior entrevista con el responsable de esta Subdirección y refiriéndonos a la necesaria coordinación entre todos los actores implicados en la seguridad vial, nos habló de una buena coordinación, pero que adolecía de una cierta planificación. ¿Seguimos igual, o ha mejorado esta situación?**

Hemos avanzado positivamente en este aspecto. Precisamente ahora puedo adelantar que se está ultimando la Estrategia Nacional de Seguridad Vial para el periodo 2011-2020. Se trata de un esfuerzo de planificación de las áreas estratégicas de actuación en todos los ámbitos de la seguridad vial, definiendo las actuaciones clave de intervención, para dar respuesta a las problemáticas actuales y futuras en los próximos diez años.

Para esta tarea se ha contado con la participación de todos los agentes y actores implicados (instituciones públicas, privadas, asociaciones de usuarios, etc.), definiéndose los colectivos y temas clave hacia los que deben centrarse los esfuerzos, para continuar con el descenso de las víctimas de tráfico experimentado en las carreteras españolas en los últimos años.

También se ha alcanzado una adecuada planificación en relación con las medidas más eficientes que se tienen que llevar a cabo. Ésta se materializa en el Plan de Tratamiento de Tramos de Concentración de Accidentes en la Red de Carreteras del Estado, que fue presentado en 2009, y sobre el que se está trabajando para ejecutar actuaciones de mejora de la seguridad en todos los tramos de concentración de accidentes. Su identificación se lleva a cabo gracias a la coordinación con la DGT,

la cual suministra la información de accidentes a través de la base de datos ARENA.

**¿Qué resultados se están obteniendo en la conservación de carreteras con la utilización de indicadores?**

En los pliegos de los contratos de concesiones de autovías de primera generación se han incluido 41 indicadores, si bien sólo se están aplicando los indicadores de estado de las carreteras, que son los relativos a la vialidad. El resto, que son la mayoría, no empiezan a ser efectivos hasta la finalización de las obras de primer establecimiento y reforma.

También se vienen utilizando desde años indicadores de calidad del servicio en los contratos de conservación integral para medir la vialidad

Actualmente se está finalizando el trabajo sobre un Pliego de Conservación Integral que recoja ciertos indicadores como medida objetiva de diversos parámetros de gestión de las operaciones de conservación.

**¿Cree que nuestras empresas de conservación tienen el adecuado nivel de tecnificación y gestión necesarias para una adecuada competitividad?**

Sin lugar a dudas. Desde esta Subdirección quiero aprovechar esta oportunidad para destacar el trabajo desarrollado y la especialización de nuestras empresas de conservación de carreteras y de servicios especializadas no en la realización de obras, sino en la de actividades destinadas a mantener la vialidad en condiciones idóneas (seguridad, comodidad, información, atención a accidentes, etc.) y el valor patrimonial de la vía.

La conservación de carreteras, como la conocemos hoy, no lleva más de veinticinco años de trayectoria, pero en ese tiempo el sector ha alcanzado un grado de madurez que permite, tanto a las empresas como a la Administración, afrontar nuevos retos sin titubeos.



La totalidad de las obras de la primera fase del Plan de rehabilitación de las Autovías de Primera Generación finalizará en el 2011, excepto un tramo de la A-2, que exige nueva tramitación ambiental.

**Concretamente, ¿cuáles son las actuaciones que está llevando a cabo la Subdirección General de Conservación y Explotación en un aspecto tan sensible para los usuarios como es el relacionado con el mantenimiento de la Vialidad Invernal?**

La Subdirección General de Conservación y Explotación, atendiendo al continuo incremento de las exigencias de los usuarios de nuestras carreteras y sensible a los mayores requerimientos medioambientales que existen en la actualidad, está llevando a cabo un proyecto piloto relativo a la puesta en marcha de un sistema de ayuda a la toma de decisiones para el mantenimiento de la vialidad invernal.

De esta manera, está ejecutando un proyecto en un sector de la Red, que consiste en la implantación y evaluación de un Sistema MDSS de Vialidad Invernal (Maintenance Decision Support System), herramienta que integra la información sobre el pronóstico del tiempo, el estado del pavimento y los recursos disponibles, para suministrar al personal encargado de la conservación recomendaciones sobre las estrategias que aplicar en los trabajos para el mantenimiento de la

vialidad invernal, proponiendo el mejor momento para la ejecución de los trabajos, así como el fundente que se debe emplear y las dotaciones y modos de empleo más adecuados, en base a los Planes Operativos del sector.

De igual forma, se está desarrollando un sistema de gestión de vialidad invernal, que empezará a funcionar esta campaña, que pretende recoger toda la información que se genera en la ejecución de los trabajos para el mantenimiento de la vialidad invernal, y poder acceder a ésta de una rápida y directa.

Para ello, se ha elegido un sistema que opera a través de Internet, puesto que, a través de este medio, se permite producir la información en tiempo real sin limitación geográfica ni física. Esta base de datos pretende recoger toda la información relativa a vialidad invernal que se genere en las carreteras de la Red del Estado, incidencias, tratamientos preventivos y curativos realizados, etc., y dispone de las herramientas necesarias para facilitar la consulta y procesamiento de la información, pudiéndose obtener los informes correspondientes que podrán ser exportados a los formatos de archivo habituales.

El objetivo que se pretende alcanzar en el futuro consiste en que el sistema almacene, en un sistema georreferenciado, además de los planes operativos de los sectores, protocolos provinciales de coordinación, relación de medios para el mantenimiento de la vialidad invernal de los sectores, niveles de servicio de todas las carreteras de la red, normativa de aplicación (notas de servicio, protocolos nacionales, etc.), y cualquier otra información relacionada, de forma que sea posible acceder a toda esta información a través de las potentes herramientas que ofrecen las aplicaciones informáticas actuales.

En esta primera fase en la que nos encontramos, los sectores introducirán manualmente los datos relativos a incidencias y tratamientos realizados, si bien, en el futuro, estos últimos procederán de forma directa de los sistemas de localización automática embarcados en los vehículos quitanieves. Para ello, otro de los planes contemplados que se quiere llevar a cabo, como parte de la continua tarea de mejora de la eficacia y que define una de las líneas básicas de actuación de esta Subdirección, consiste en la implantación de un único sistema de localización que permita ho-



En la foto reciclado in situ de gravacemiento (A-1), dentro de las actuaciones que se están llevando a cabo en las Autovías de Primera Generación.

mogeneizar y uniformar toda la información y mejorar la gestión de dicha información.

### **¿Cuáles son las últimas novedades en cuanto a normativa dentro de la Conservación y Explotación? ¿Cuál destacaría?**

Quisiera también mencionar las Nuevas Recomendaciones Sobre Criterios de Aplicación de Barreras de Seguridad Metálicas (recogidas en la OC 28/2009), con las que se han actualizado los criterios de aplicación de estos dispositivos y se ha incorporando la experiencia adquirida en más de una década, así como la normativa europea de aplicación. En cualquier caso, esta última disposición es sólo exigible a proyectos de nuevas carreteras y de acondicionamiento.

También, aunque indirectamente, cabe destacar la aprobación de la Directiva sobre gestión de la seguridad de las infraestructuras viarias que, una vez esté transpuesta, implicará la aplicación de una serie de procedimientos que actualmente no están en marcha, como la evaluación de impacto de la seguridad vial en los estudios informativos o la realización sistemática de auditorías de seguridad vial a proyectos y obras. También estamos trabajando en la actualidad en la transposición de la Directiva sobre ITS junto con la DGT.

Y como ya he comentado antes,

están redactados los borradores de Instrucciones de señalización horizontal y vertical cuya tramitación se está realizando en estos momentos. Además, se está trabajando en la redacción de una metodología de análisis de riesgo en túneles.

Por otro lado, aunque no se trata de normativa, hemos trabajado en el nuevo Pliego de Concesión de Autovías de Primera Generación, en el que se han introducido importantes cambios con respecto al anterior como, por ejemplo, que el pago de tarifa sea únicamente por disponibilidad desapareciendo así el riesgo de tráfico para el concesionario.

### **¿Qué impacto cree que tienen las jornadas y congresos organizados por la ATC en la presentación de estas novedades, así como en el seguimiento del estado del arte?**

Querría centrarme, por razones obvias, en las Jornadas de Conservación de Carreteras cuya duodécima edición se va a celebrar en Madrid, los próximos días 10 y 11 de noviembre. Dichas jornadas son una oportunidad para, desde esta Subdirección General, poder transmitir a todos los que intervienen en la conservación de carreteras hacia dónde deben ir los esfuerzos, cuáles deben ser los próximos objetivos, ante qué retos nos encontramos y cómo debemos

superarlos.

El título elegido para estas jornadas "hacia la eficiencia en conservación de carreteras" no requiere justificación: se trata de reflexionar sobre cuál es el mejor uso que hay que dar a las disponibilidades presupuestarias para obtener la mejor conservación.

### **¿Cuál cree que es el papel que desempeñan los Comités Técnicos de la ATC?**

Desempeñan un papel fundamental en la ingeniería de carreteras en nuestro país, son un foro de intercambio tecnológico de donde ha salido mucho de lo bueno que se ha hecho, y se ha hecho mucho en nuestras carreteras en los últimos años.

El único "pero" que se le podría poner a los mismos es que sus trabajos debían tener una difusión mayor de la que tienen.

### **¿Desea añadir algo más?**

Si, quisiera agradecer el trabajo desarrollado por todo el personal periférico de la Dirección General de Carreteras, sin cuyo trabajo y dedicación, muy por encima del exigible, no podríamos tener nuestra red de carreteras en un estado de conservación y en unas condiciones de vialidad como las que hoy disfrutamos.

**Tras estas palabras, agradecemos a Dña. María del Rosario Cornejo la atención dispensada a nuestra revista. ■**



## La Clave del Éxito reside en nuestra Capacidad de Superación

Adaptarnos a las nuevas exigencias del mercado, a las tecnologías constructivas más actuales, a la dimensión y complejidad de cada proyecto... nos permite superar los más exigentes requisitos de calidad, seguridad y respeto medioambiental. Manteniendo nuestra responsabilidad con cada uno de nuestros clientes y cumpliendo más allá de nuestros compromisos. Es así como ALDESA se sitúa hoy entre los diez mayores grupos de construcción de España, consolidándose y proyectándose con éxito hacia el futuro.

OBRAS FERROVIARIAS - CARRETERAS Y AUTOVÍAS - AEROPUERTOS - OBRAS MARÍTIMAS E HIDRÁULICAS  
URBANIZACIONES - EDIFICACIÓN - REHABILITACIONES Y REFORMAS - CONCESIONES



 **aldesa**

# La conservación de las carreteras necesita ser sostenible y dejar de ser considerada extraordinaria

**Juan José Potti**, Gerente de la Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas (ASEFMA).

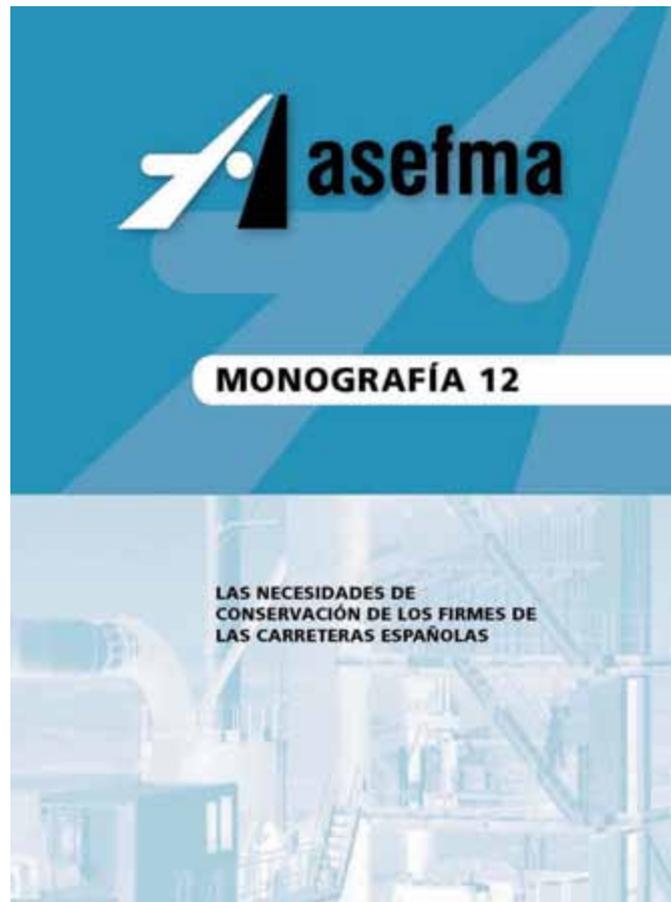
## Resumen

**E**l 16 de septiembre, en el Hotel Westin Palace de Madrid, tuvo lugar la presentación del informe de Asefma **“Las necesidades de conservación de los firmes de las carreteras españolas”** que constituye la monografía número 12 de Asefma, septiembre 2010. El contenido del trabajo ha sido realizado por el Dr. Ing. Miguel Ángel del Val, Catedrático de caminos y aeropuertos de la Universidad Politécnica de Madrid.

La presentación contó con la presencia del Vicepresidente del Congreso de los Diputados, D. Jordi Jané y otros diputados, varios Directores Generales de Comunidades Autónomas, el Subdirector General de la Dirección General de Tráfico, funcionarios de las Administraciones locales, gerentes de asociaciones profesionales del sector (AEC, ATC, ACEX, etc...) y numerosos medios de comunicación. Además de los representantes más cualificados de las 140 empresas que componen Asefma.

Hace más de 20 años, en 1988, Asefma junto con Seopan, Aserpetrol y la Asociación Española de la Carretera presentaron un trabajo denominado **“Estudio de la conservación de las redes de carreteras en España”**. El autor de este informe actual también colaboró en aquél.

En Asefma hemos creído oportuno ahora, en pleno mes de septiembre, cuando se están discutiendo los Presupuestos Generales del Estado del año 2011 y después de



las medidas de ajuste presupuestario que hemos recibido del Ministerio de Fomento a finales del mes de julio, hacer una reflexión serena sobre la situación actual de la conservación de las carreteras españolas. Es un informe amplio dirigido a todas las Administraciones españolas, sin ánimo de crítica, a partir de datos públicos y con unas conclusiones muy concretas.

Las Administraciones españolas deben invertir en su conjunto, en rehabilitación y mejora de los firmes de carreteras una cantidad que se estima, de manera perfectamente justificada en este informe, entre 1 300 y 1 700 millones de euros ca-

da año. De esa cantidad, un 40% corresponde a la red de carreteras del Estado. Esta es la cifra que queremos ver reflejada, de manera específica, en los Presupuestos Generales del Estado del año 2011.

Hemos solicitado públicamente a nuestros diputados la elaboración de un Manifiesto a favor de la conservación de los firmes de carreteras españolas que permita garan-

tizar a los responsables de conservación de las Administraciones públicas **“el ejercicio diligente de las prerrogativas que la presente ley u otras especiales que otorguen a las Administraciones públicas, garantizando su conservación e integridad”**. En este manifiesto pedimos que se incluya para el cálculo de la inversión necesaria en la conservación de los firmes una cifra vinculada con el valor patrimonial de la red de carreteras, como se propone en esta monografía. De manera sistemática y sostenible.

**Palabras clave:** conservación, firmes, carreteras, inversión, mezclas bituminosas, refuerzo.

**E**s muy evidente que la red de carreteras que hemos construido en España es motivo de orgullo no sólo para los que trabajamos en este sector sino para todos los usuarios. La imagen que mejor refleja posiblemente la evolución económica que ha tenido España en los últimos 20 años, es la evolución de nuestra red de carreteras en calidad y en cantidad de kilómetros. Este esfuerzo ha sido titánico, sólo comparable con la transformación que sufrió Japón después de la Segunda Guerra Mundial, y desde luego muy superior a la de cualquier país de nuestro entorno.

Este esfuerzo en construcción ha ido acompañado de un esfuerzo muy significativo en la conservación de nuestra red de carreteras. De manera que, además de recuperar un claro retraso en la correcta conservación de la red de carreteras, se fue incrementando la inversión en conservación como consecuencia directa de la ampliación de la red.

Ambas circunstancias dieron lugar a cifras récord. Estábamos incrementando la red y aumentando el esfuerzo en conservación por kilómetro de carretera. Las cifras hablan por sí mismas. Hemos duplicado nuestras vías de gran capacidad de la Red de Carreteras del Estado, casi triplicado las vías de gran capacidad de la red de carreteras de las Comunidades Autónomas y multiplicado por cinco las vías de gran capacidad de la red de carreteras de Diputaciones y Cabildos en los últimos 15 años.

Este enorme incremento en la extensión de la red ha implicado un incremento muy importante en el valor patrimonial. Según cifras obtenidas por ACEX en 2007 (Fuente: PriceWaterhouseCoopers) el valor patrimonial actual de nuestra red de carreteras es de unos 170 875 millones de euros. De esa cifra, 70 002 millones de euros corresponden a carreteras del Estado; 76 775 millones de euros a las Comunidades Autónomas; y 24 098 millones de euros a Diputaciones y Cabildos.

Lejos de seguir recuperando el retraso acumulado en la conservación, de una manera violenta, demasiado brusca, todo ha cambiado en nuestra actividad. La situación económica y los necesarios ajustes presupuestarios nos han llevado a un panorama muy distinto al de los últimos años.

El ministro de Fomento, José Blanco, afirmó en el mes de julio que "ninguna de las infraestructuras de España, salvo aquéllas en las que su grado de ejecución esté por encima del 80%, se va a librar de los retrasos debidos a los ajustes presupuestarios". Fomento sufrirá un ajuste inversor de unos 6 400 millones de euros en el conjunto de los ejercicios 2010 y 2011, como consecuencia de las medidas de contención del déficit público aprobadas por el Gobierno.

Junto a estas graves medidas, sin embargo, se sigue afirmando que la "prioridad" del Gobierno está en el "impulso" del ferrocarril en su triple vertiente: Alta Velocidad, Cercanías y Mercancías, "en la medida que se pueda, de acuerdo con la nueva situación presupuestaria".

Durante la XXV Semana de la Carretera, a finales del mes de junio de este año, en la mesa redonda presidida por José Javier Dombriz, tuve ocasión de informar de la grave situación por la que atraviesa el sector y de la caída drástica en la contratación de obras de refuerzo de carreteras, conservación extraordinaria. Debemos conservar en buen estado nuestra red de carreteras antes de seguir invirtiendo en el AVE.

En la Memoria de Asefma del año 2009 se puede observar que el mercado de las mezclas bituminosas ha sufrido un descenso en casi todos los países europeos en el año 2008 y en el año 2009. En el 2007 se obtuvo el récord absoluto de producción en España y en Europa. En España produjimos casi 50 millones de toneladas, y en Europa se alcanzó la cifra de 342,9 millones de toneladas. En España descendimos un

15% en el año 2008 respecto al 2007, y fabricamos 42,3 millones de toneladas. En Europa ese descenso fue mucho más suave, menos de un 5%, se pasó de 342,9 a 333,1 millones de toneladas. En este momento estamos cerrando la producción española del año 2009 y los primeros datos apuntan a una nueva caída en torno al 10%, respecto a 2008. Lo que supondría un descenso acumulado en dos años de más de un 20%. Unas cifras demasiado contundentes para un sector muy industrializado, que soporta muy mal estos descensos tan bruscos.

El sector de la fabricación de mezclas bituminosas ha realizado, en España, una inversión de más de 2 000 millones de euros en bienes de equipo, y damos empleo directo a más de 30 000 trabajadores, y otros 30 000 empleos indirectos; de los empleos directos más de un 75% es mano de obra fija.

Somos un sector de oficio que ante estas caídas tan bruscas nos vemos en situaciones muy críticas.

Venimos reclamando a todas las Administraciones un esfuerzo constante y sostenible en las tareas de rehabilitación y mantenimiento de los firmes de nuestra red de carreteras. Es preciso asumir que hay que dedicar a la rehabilitación y al mantenimiento de nuestros pavimentos una cifra constante y sostenible a lo largo del tiempo.

Desde Asefma estamos reclamando un esfuerzo de inversión en la conservación de los firmes de carreteras, vinculada directamente al valor patrimonial de la red.

Desde la década de 1990 está extendida en España una manera de organizar y contratar las actividades de conservación y explotación bajo la denominación de "contratos de conservación integral". Las actividades contempladas en estos contratos son básicamente de explotación en sentido estricto, aunque se incluyen también actividades de conservación ordinaria (pero, en general, más ligadas a la vialidad que a

**Tabla 6.** Cifras globales de las licitaciones y de las adjudicaciones (\*) de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento en materia de proyectos de clave 32 en cada uno de los años del quinquenio 2005-2009. (Fuente: Boletín Oficial del Estado y Plataforma de Contratación del Estado).

Año	Importe de las licitaciones en cada año (€)	Importe de las adjudicaciones en cada año (€) (**)	Baja media de las adjudicaciones de cada año (%) (***)
2005	240.188.026,35	103.106.231,92	23,88
2006	322.916.573,86	307.559.742,20	24,22
2007	571.979.741,12	355.101.221,97	24,78
2008	559.622.124,11	329.721.868,61	9,79 (****)
2009	23.614.754,37	251.631.093,94	24,62

(\*) Las licitaciones de cada año se han considerado por la fecha de la publicación de su anuncio en el BOE. Las adjudicaciones de cada año se han considerado por la fecha de la resolución del órgano de contratación.

(\*\*) Debe tenerse en cuenta que una parte apreciable de las actuaciones adjudicadas en un año proceden de licitaciones del año anterior: el tiempo que transcurre

entre una licitación y la correspondiente adjudicación se sitúa como media en torno a los seis meses.

(\*\*\*) La baja media en cada año es el cociente entre el importe global de las adjudicaciones del año y la suma de los presupuestos de licitación correspondientes.

(\*\*\*\*) En 2008 estuvieron en vigor los procedimientos de subasta restringida.

la preservación del patrimonio viario); sólo ocasionalmente se incluyen algunas actuaciones de reposición y mejora, y nunca las de acondicionamiento. Por tanto resultaría quizás más apropiado utilizar la denominación de “contratos de explotación integral”.

El Ministerio de Fomento invirtió el año 2007, 566 millones de euros en obras de clave 32 o de refuerzo de firmes, conservación extraordinaria. Hemos hecho un reconocimiento público a la Dirección General de Carreteras y en nuestra asamblea extraordinaria de noviembre de 2009 le entregamos al Ministro una distinción precisamente por este esfuerzo inversor. En el año 2008 también alcanzamos cifras importantes, en torno a 516 millones, pero la situación ha cambiado de manera radical desde esa fecha. La licitación del Ministerio de Fomento, en el año 2009, alcanzó sólo los 20,6 millones de euros. En este año, hasta el momento la inversión en rehabilitación extraordinaria es cero. Estamos hablando de una situación que tiene que ver directamente con el estado de conservación de la red y, en definitiva, entre otros factores,

con el incremento del riesgo en la seguridad vial.

El transporte por carretera contribuye al PIB y genera ingentes ingresos por recaudación fiscal: representa el 5,9% del PIB de manera oficial, que podría superar el 14% si se considera la participación del transporte por cuenta propia o el sector del automóvil privado; y genera más de 23 000 millones de euros en recaudación fiscal para las arcas públicas lo que supone algo más del 9,5% de los impuestos recaudados en España. El coste de construcción de un kilómetro de carretera es significativamente inferior al de la alta velocidad ferroviaria. Creo personalmente que no es el momento de continuar este esfuerzo enorme en inversión en AVE, es el momento de conservar y mantener en buen estado nuestra red de carreteras. Eso implica no sólo conservación ordinaria sino sobre todo conservación extraordinaria.

Todo lo que nos rodea ha llegado a nosotros por carretera; y sin embargo sólo se dedica a su conservación, ordinaria y extraordinaria, menos de la milésima parte de los presupuestos generales del Estado,

etc... Creo que deberíamos reflexionar sobre este grave asunto. Ante una situación de escasez económica es preciso dar prioridad a conservar lo que ya tenemos, pero parece que alguien se hubiese olvidado de que la conservación no sólo es la ordinaria, desde luego fundamental para garantizar las condiciones de circulación, sino también la conservación extraordinaria o el refuerzo de firmes que es la que se ocupa exclusivamente de la conservación del valor patrimonial de nuestras carreteras.

La conservación de las carreteras necesita ser sostenible, vincular el esfuerzo anual al valor patrimonial de la red, y dejar de denominarse extraordinaria. Vamos camino de tener la red de carreteras de mayor cantidad de kilómetros y también la de menor calidad. Ya se acusa, de manera clara, la falta de recursos destinados al refuerzo de nuestra red de carreteras; y ya sabemos aquello de que no sólo es importante dar una puntada a tiempo, sino que además lo que no hagamos este año el que viene nos puede costar el doble. Urge un cambio de tendencia. ■



## BETÚN MEJORADO CON CAUCHO: UNA APUESTA TECNOLÓGICA DE PROAS EN SU COMPROMISO CON LA CALIDAD Y EL RESPETO POR EL MEDIO AMBIENTE.

Cincuenta años de innovación dentro del sector del betún dan para muchos logros. Pero, aunque estamos muy orgullosos de todos ellos, nada nos satisface tanto como ser la primera compañía española en suministrar industrialmente betún mejorado con polvo de caucho, procedente de neumáticos fuera de uso (NFUs). El resultado, un betún estable de la más alta calidad y con un claro beneficio para el medio ambiente. Con ello, no sólo conseguimos estar al servicio del cliente, sino también nos ponemos al servicio de la naturaleza. **Y eso nos hace aún más líderes.**



# El control de la calidad en la conservación y explotación de carreteras

Este artículo ha sido elaborado por el **Grupo de Trabajo de la Calidad en la Conservación del Comité C6 Conservación, Gestión y Vialidad Invernal** (D. Luis Ayres, Presidente del Grupo del Trabajo; D. Ángel García Garay, D. Carlos Casas, D. Luis Azcue, D. Miguel Torrens, D. Jesús Felipe, Dña. María Martínez, y D. José Gómez.

## Resumen

**E**l Control de calidad en las operaciones de conservación y explotación de carreteras ha experimentado notables avances desde su implantación.

El sistema de calidad tradicional trata de alcanzar los objetivos mediante el empleo de materiales adecuados y especificaciones técnicas e inspecciones rigurosas.

Los sistemas de calidad total pro-

ponen una acción preventiva de los fallos, implantando procesos productivos bien planificados, programados y ejecutados. El futuro en el control de calidad de la conservación y explotación de carreteras está en el desarrollo de las ITC (Instrucciones Técnicas de Calidad) que regulan los procedimientos de ejecución y evitan los errores repetitivos en operaciones COEX.

**Palabras clave:** Control de calidad, conservación y explotación de carreteras, instrucciones técnicas de calidad.

## 1. Una visión de la historia del control de la calidad en la conservación de carreteras

En los años 60 del siglo XX, la valoración que la sociedad española hacía de sus carreteras era bastante sa-

tisfactoria, y entre los factores que influían en ello estaba la realización de un correcto control de la calidad en la conservación de las mismas. Evidentemente, los requerimientos eran muy inferiores y los niveles de tolerancia de los ciudadanos nada tenían que ver con los actuales.

En aquellos años el control de calidad realizado era muy básico, centrado en la verificación de espesores y dosificaciones en obra; aunque posteriormente, gracias a la creación de los Laboratorios de Materiales, se pudo implantar la realización de ensayos de recepción de materiales de acuerdo con las normas NLT y ASTM.

Los avances en la calidad de nuestras carreteras han venido impulsados por los grandes planes de infraestructuras desarrollados por los sucesivos gobiernos, como el Plan Peña, el Plan General 1962-1971, el Plan General de Carreteras 1984-1991

y el actual PEIT.

En el plano tecnológico los avances también se han ido produciendo al compás de estos planes, culminando en una serie de hitos entre los que merece la pena destacar la aprobación, en febrero de 1.976, del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes PG3/75, que supone un salto adelante en el control de calidad, ya que regula tanto los materiales básicos como las unidades de obra, y por primera vez detallaba las condiciones para su fabricación, ejecución, medición y abono, así como las tolerancias admisibles en la unidad de obra terminada para que ésta pudiera ser aceptada por la Administración.

El siguiente hito en el control de calidad de carreteras llega en el año 1987 con la publicación, por parte de la Dirección General de Carreteras del entonces MOPU de las "Recomendaciones para el control de calidad de las obras de carreteras", que se estructuraban en torno a las principales unidades de obra: excavaciones, terraplenes, zahorras y mezclas asfálticas. En ellas se detallaban los requisitos necesarios para el control de los materiales, para la fabricación y puesta en obra de mezclas y para el control geométrico; y se definían los ensayos necesarios para el control de calidad.

Mientras tanto y además de ello, la Dirección General de Carreteras ha ido publicando una serie de Órdenes Circulares, destinadas a clarificar aspectos normativos y homogeneizar las actuaciones de sus Servicios Periféricos.

Entre ellas destaca la OC 308/89 sobre Recepción definitiva de obras, que establece de algún modo un control de calidad externo al prescribir la presencia de un representante del Servicio de Conservación en los actos de recepción de obras.

En resumen, el sistema tradicional de control de calidad consiste en que por una parte el Contratista propone una serie de materiales que cumplen el mínimo fijado por la Administración, y ejecuta las obras de acuerdo

con los requerimientos de los Pliegos de Prescripciones Técnicas; mientras que la función del Director de las Obras consiste principalmente en la inspección y verificación de las circunstancias anteriores según el proyecto vigente.

En definitiva, el concepto de calidad vigente hasta finales del siglo XX trata de alcanzar el objetivo marcado mediante el empleo de materiales adecuados, especificaciones técnicas e inspecciones rigurosas que garanticen la calidad fijada en los proyectos, y la demolición y reconstrucción de las unidades defectuosas detectadas.

## 2. Sistemas de calidad total

Ya en el año 1930 se iniciaron una serie de trabajos por parte de investigadores norteamericanos para desarrollar sistemas de calidad total, basados en la implantación de procesos productivos bien planificados, ejecutados y controlados, orientados en un principio a empresas y fábricas industriales y que finalmente han resultado aplicables a cualquier actividad productiva o de servicio.

La Segunda Guerra Mundial marcó un hito importante en el desarrollo de los sistemas de calidad, considerándose que el control de calidad fue fundamental en la victoria de los Estados Unidos frente a Alemania y Japón, que, a pesar de tener una capacidad de producción a coste infe-

rior, tenían una fiabilidad muy baja.

La gran ventaja de estos sistemas de producción basados en la calidad es que realizan una acción preventiva de los fallos, porque consiguen identificar y eliminar los errores repetitivos más frecuentes en el proceso productivo, reduciendo drásticamente el número de unidades defectuosas, en lugar de producir anárquicamente y luego depurar los errores tras un control exhaustivo de la producción.

En 1995 se dio en España un gran salto hacia esta concepción del control preventivo en carreteras con el Libro de la Calidad, elaborado a instancias de la Dirección General de Carreteras. Uno de sus objetivos declarados era "mentalizar a todos los actores que intervienen en las obras de carreteras en la filosofía del Aseguramiento de la Calidad y en la responsabilidad que la misma implica de cara a establecer los adecuados procedimientos que produzcan una obra de carretera duradera y con las cualidades que demandan los usuarios". Es decir, se reconocía que, desde el punto de vista del ciudadano, la calidad es esencialmente calidad de uso; y que resultaba necesario implantar unos procesos productivos bien planificados, programados y ejecutados, que casi imposibilitasen los errores, gracias a su control preventivo, para hacer casi innecesaria la corrección derivada de las inspecciones.

En general, y en conservación de



La calidad desde el punto de vista del usuario.



Operaciones de conservación. Señalización horizontal.

carreteras en particular, hoy nos beneficiamos de los sistemas de calidad total a través de uno de sus frutos, que son las Normas ISO, y especialmente la UNE-EN ISO 9001, y, aunque la implantación de Planes de Aseguramiento de la Calidad en el mundo de las carreteras comenzó, como es lógico, en las grandes obras de infraestructura, su empleo se extendió poco después a los contratos de conservación integral, a los que se exige un Plan de Calidad basado en las Normas ISO.

El cumplimiento de estas normas estructura y facilita enormemente la gestión del control de calidad en las actividades de conservación de carreteras.

### **3. El actual control de calidad en la conservación y explotación de carreteras**

Siendo el cliente de la carretera el usuario-conductor, la calidad que debe ofrecerle la Administración titular de aquella es la relacionada con el uso de la vía. Desde el año 1996 se encuentra implantado en la conservación de las carreteras del Estado el Sistema de Gestión de las Actividades de Conservación Ordinaria y Ayuda a la Vialidad (GSM), que establece:

- La creación del inventario de to-

dos los elementos de la carretera.

- La tipificación de sus elementos.

- La definición de las operaciones de conservación.

- El catálogo de rendimientos.

- El sistema de evaluación del estado de la carretera mediante indicadores.

- Y, en suma, todos los elementos necesarios para tratar la conservación de carreteras como cualquier otro proceso industrial.

Esto ha facilitado en gran medida la aplicación de la Norma UNE-EN ISO 9001, que nos proporciona acceso al control preventivo de la calidad, mucho más eficiente que el antiguo control de calidad basado en especificaciones e inspecciones practicado hasta principios de los 90.

#### **a. La calidad en los contratos de conservación integral**

En los contratos de conservación integral, como se comentó anteriormente, se prescribe la implantación por parte de la empresa contratista de un Plan de Calidad, entre los componentes de este plan merece la pena destacar:

- El Control de Documentos y Registros.

- La Gestión de Compras y Evaluación de Proveedores.

- Las Instrucciones Técnicas de Calidad (ITC), que regulan y describen exhaustivamente los procedi-

mientos de ejecución de las unidades de obra o servicios contemplados en el contrato. Si las ITC están bien realizadas y se cumplen fielmente, será casi imposible que se produzcan errores repetitivos en las operaciones de conservación.

Estas ITC deben incluir los medios y materiales necesarios para realizar la unidad de obra o servicio; las medidas complementarias tales como señalización, permisos, comunicaciones, etc. La descripción pormenorizada del procedimiento de ejecución; los puntos de inspección en los que deben centrarse tanto el operario como el jefe de equipo que firma y se responsabiliza de la actuación, y el encargado o capataz que la supervisa.

Las ITC son la evolución natural hacia la calidad total de las antiguas fichas del Catálogo de Operaciones de la GSM de 1996.

Una gran ventaja de este sistema de calidad es que permite integrar fácilmente cualquier otro aspecto que se considere prioritario para la gestión. Tal podría ser el caso de la Programación de Operaciones de Conservación, que resulta fundamental para una correcta distribución de los recursos y para cumplir los objetivos de la conservación integral. Y por dicha razón sería conveniente que en todos los centros de conservación integral existiera una ITC dedicada a la

elaboración de los planes bianuales, anuales y mensuales de operaciones.

Con este esquema de control preventivo de calidad, basado en el enfoque de procesos y en la evitación de errores repetitivos, se simplifica el control, se reduce la dependencia de personas concretas, y aumenta considerablemente la eficacia. En resumen, el control de calidad en conservación integral consta de una serie de actuaciones de gabinete en las que se comprueba el Plan de Calidad, la correcta elaboración de sus elementos principales y el cumplimiento de los requisitos mediante la documentación generada; y de otras actuaciones de campo, donde se realiza un control aleatorio de



Medida de la retroreflexión de las marcas viales.

los trabajos realizados mediante inspección visual y la ejecución de los ensayos contemplados en el Plan de Ensayos.

## b. El Control de calidad en los contratos de concesión

En los contratos de concesión de mejora y explotación de tramos de autovía de primera generación, el esquema del control de calidad se apoya también en la Norma UNE-EN ISO 9001, pero los requisitos de calidad son mucho más ambiciosos: el concepto de calidad por especificaciones deja paso al concepto de calidad de comportamiento.

En lugar de establecer en los Pliegos unas características sustitutas de la calidad, tales como densidades, dotaciones de betún, espesores de firme, etc. que se fijan como medio para alcanzar lo que se considera que el usuario percibirá como calidad en la carretera, se trata en estos contratos de establecer unos indicadores directos del estado y comportamiento de la carretera, que son medidos periódicamente y tienen una gran influencia en la retribución que reciben los contratistas de la Administración

como pago de los servicios realizados, convirtiendo de este modo la calidad de uso de la carretera y la satisfacción del cliente en un objetivo tan importante para la Administración como para el Contratista.

Dado que estos contratos tienen un plazo de duración superior generalmente a los 10 años, y que contemplan la ejecución de importantes obras de mejora al inicio de los mismos para la puesta a cero de la carretera, y que su presupuesto de adjudicación puede ser superior incluso a 300 millones de euros, en el apartado de calidad se establecen unos planes más exigentes, que contemplan, entre otras mejoras, la certificación de la empresa de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 9004 que persigue, además de los objetivos de la 9001, la mejora continua de la empresa y de su eficacia en la consecución de la calidad.

En estos contratos, el Concesionario tiene la obligación de mantener las condiciones de vialidad, seguridad, comodidad, respeto ambiental y de pervivencia de las carreteras encomendadas, y el grado de consecución de

esos objetivos se mide a través de unos indicadores que evalúan el estado de la carretera y la calidad del servicio que presta. Para cada uno de estos indicadores se fijan unos límites que se deberán respetar a lo largo de todo el contrato; y que en el caso de ser alcanzados puntualmente obligan a actuar para corregirlos antes de que expire el plazo máximo de actuación definido en el propio indicador.

El control de calidad en este tipo de contratos recae básicamente en el Concesionario, que establece su propio Plan de Aseguramiento de la Calidad (PAC), que incluirá un Plan de Auscultaciones e Inspecciones, con frecuencia y alcance superior al que realiza la Dirección General de Carreteras y acorde con la

medición de los distintos indicadores y calidad del servicio.

Además de un control de calidad interno basado en las Instrucciones Técnicas de Calidad, y en los puntos de inspección definidos, se establece un control de calidad exterior que garantiza el correcto funcionamiento del PAC. Por encima de las auditorías que realiza el control exterior se sitúa la acción de la Dirección General de Carreteras, que comprueba periódicamente el funcionamiento del PAC del Concesionario y tiene la facultad de exigir las correcciones y mejoras que considere oportunas,

Por último, la DGC también lleva a cabo comprobaciones, inspecciones y ensayos aleatorios directamente sobre la carretera para verificar el cumplimiento de los requisitos del contrato.

## 4. Propuestas de mejora en el control de calidad de la conservación y explotación de carreteras

Aunque realmente se ha avanzado

mucho en el control de calidad en conservación, tanto en el concepto de calidad como en los medios humanos y materiales que se emplean para ello, queda todavía un importante margen de mejora.

Con respecto a los sistemas de calidad resultaría beneficioso que, además de los procedimientos de la ISO 9001, se incorporaran también los de la ISO 9004 para progresar en mayor medida en la organización del trabajo y la eficacia de las empresas de conservación.

A más corto plazo, se podría sacar mayor partido al armazón que proporcionan los sistemas de calidad actuales, exigiendo que los certificados de conformidad con la ISO 9001 alcancen a todos los trabajos de conservación, o al menos a los más importantes, y que se tenga más en cuenta a la hora de valorar las ofertas en los concursos de conservación integral.

En todo caso, se considera que el eje central de la mejora podría ser el desarrollo y la normalización de las Instrucciones Técnicas de Calidad (ITC).

Estas ITC estarían integradas en los Planes de Aseguramiento de la Calidad (PAC) de las empresas de conservación, y regularían los procedimientos de ejecución de las unidades de obra más sensibles a la calidad, tales como:

- Programación de operaciones de conservación.
- Saneamiento de blandones.
- Repintado de marcas viales.
- Colocación de barrera para protección de motociclistas, etc.

Lo cual permitiría poner el acento en el control de los aspectos más sensibles a una percepción favorable de la carretera por los usuarios.

A modo de ejemplo, se adjunta una de estas ITC en la que se puede apreciar, entre otros aspectos enumerados con anterioridad, el modo en el que las distintas personas que intervienen en la ejecución de una actividad de conservación se involucran en su control de calidad, y se deja constancia con su firma de



Colocación de barrera metálica.

las comprobaciones que han realizado.

Otro campo que sin duda crecerá en los próximos años es el de la auscultación de las características físicas de la carretera, mediante equipos de alto rendimiento y objetividad, que facilitan enormemente las tareas de control de calidad, aunque este sistema de auscultación tiene asignaturas pendientes, como la conexión con los inventarios, que resultan muy costosos de mantener actualizados, y a los que no se les saca todo el partido posible en tareas como los proyectos de renovación de infraestructura.

Igualmente, merece la pena realizar un esfuerzo en la mejora de la formación en calidad de todas las personas involucradas en el proceso de mantenimiento de carreteras. Debe calar la idea de que la calidad no es una tarea inútil que cumplimentar por obligación, sino una ayuda valiosa para trabajar con mayor claridad y eficiencia.

Por último, y del mismo modo que en las normas ISO ya no se incluye el término “Aseguramiento de la Ca-

lidad” para destacar el hecho de que los requisitos del sistema de gestión de la calidad no sólo han de buscar el aseguramiento de la calidad, sino también la satisfacción del cliente. La orientación de la conservación de la carretera y su control de calidad debería orientarse más hacia los usuarios.

Para ello se podría potenciar la interacción con los ciudadanos, realizando encuestas sobre el mantenimiento de las carreteras, abrir páginas Web y buzones para sugerencias que permitan conocer mejor y dar respuesta a las expectativas razonables que se puedan formular, e incluso desarrollando nuevos “indicadores de alto nivel” para evaluar el comportamiento y estado de la carretera desde un punto de vista menos paramétrico e ingenieril pero más ligado a la percepción subjetiva de los distintos grupos de usuarios de la carretera, tales como propietarios de negocios, transportistas, edificios adyacentes, operadores de infraestructura, etc.

**(Ver ejemplos de fichas en páginas siguientes). ■**

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		Revisión: 2
CENTRO:		Página Nº. 16
Código: 12511	Operación: Segado de hierba y retirada de productos	Fase PFI: 1
Uti. de medida: M <sup>2</sup>	Rendimiento: 700 m <sup>2</sup> /h	Revisión: 2
Manejeamiento: Programado	Riesgo de situación:	Fecha: Junio 2010
DESCRIPCIÓN		
<p>Descripción: Consiste en el control periódico del crecimiento de la hierba, matutinas, arboles y brotes de árboles que hayan crecido en los márgenes y medianas de la carretera o en áreas adyacentes, cuyo desarrollo podría perturbar la visibilidad de la circulación, la evacuación del agua, facilitar los incendios o afectar cualquier otro aspecto funcional o estético de la carretera. La operación se realiza mediante brazo mecánico montado en vehículo o segadoras manuales. Esta operación genera un riesgo potencial mayor de generación de incendios en las zonas selváticas a la carretera, por lo que es necesario tomar una serie de medidas preventivas.</p>		
MEDICIÓN		
Criterios de medida: La medición se hará por m <sup>2</sup> de terreno despejado.		
UNIDADES DE OTRA ASOCIADAS		
Código:	Descripción de la unidad:	
EMPLEO DE RECURSOS		
Personal	Maquinaria y herramientas	Materiales y repuestos
1 Oficial 1 <sup>o</sup>	1 Segadora de mano	1 Juego de señalización
1 Peón	1 Segadora desbrozadora autopropulsada	Sistemas chupa-chispas en escapes
1 Oficial 1 <sup>o</sup> Conductor Tractor	1 Vehículo con balizamiento luminoso 1 Carro de señalización móvil	
	Pantallas protectoras de chispas para operaciones de corte de metales	
	Extintores de 2 Kg	
	Mochilas de fumigar de 16 litros con agua	
	Depósito de 600 litros con agua	

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		Revisión: 2
CENTRO:		Página Nº. 26
EJECUCIÓN		
<b>Técnicas y Condiciones de Ejecución</b>	<p>En función de la situación y características de la zona en la que se realizarán los trabajos se actuará de las siguientes formas, previa señalización adecuada de los mismos:</p> <p>1) ZONAS DE FÁCIL ACCESO DEL VEHÍCULO PREVISTO DE BRAZO DESBROZADOR Y DONDE EXISTAN POCOS OBSTÁCULOS (BARRERA, SEÑALES, ARBOLES, GRANDES TALUDES, ETC.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Se eliminarán previamente las piedras y otros objetos que sean perjudiciales para el funcionamiento de la maquinaria.</li> <li>* El vehículo con el brazo desbrozador circulará a poca velocidad por el arroll de la carretera, pasando dicho brazo por la superficie de las cunetas y borde exterior a la carretera, estableciéndose un ancho mínimo de segado de 2 m en arroll exterior y de 7 m en medianas. En todo momento el operario tiene que ver el resultado de su trabajo, mediante espejos o similar.</li> <li>* Posteriormente, otro equipo con segadoras manual eliminará la hierba existente en zonas en las que no pueda acceder la maquinaria por estar muy alejadas del borde de la carretera o por presentar obstáculos (dépago de la cámara o alrededor del poste de las señales).</li> <li>* Se cuidarán también a mano los arboles que sobrepasen la capacidad de corte de la maquinaria.</li> </ul> <p>2) ZONAS EN LAS QUE LOS VEHÍCULOS CON DESBROZADORA TENGAN DIFÍCIL ACCESO, O SU UTILIZACIÓN PROVOQUE DIFICULTADES EN LA CIRCULACIÓN.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* En estos casos los trabajos se realizarán con segadora manual.</li> </ul> <p>3) ZONAS EN LA QUE POR SU EXTENSIÓN Y LA DIFICULTAD DE ACCESO DEL VEHÍCULO DESBROZADOR ES ACONSEJABLE LA UTILIZACIÓN DE SEGADORAS MECANICAS ARRASTRADAS.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Se realizarán los trabajos arrastrando la segadora mecánica, cuidando de dejar la superficie lo más regularmente en altura.</li> </ul> <p>En las zonas donde se generen grandes restos de la hierba segada, se eliminarán en bolsas o sacos tipo "Big Bag".</p> <p>Una vez cerrado el tallo se procederá al barrido de los arzones del trazo segado, bien mediante barredora autopropulsada, o bien, de forma manual, eliminando así todo resto de hierba que haya podido salir despedido hacia la calzada.</p> <p>El Plan Informar establece las siguientes épocas básicas de peligro:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Época de Peligro Bajo: Entre el 1 de noviembre y el 31 de marzo</li> <li>- Época de Peligro Medio: Entre el 1 de abril y el 31 de mayo y del 1 de octubre al 31 de marzo</li> <li>- Época de Peligro Alto: Entre el 1 de junio y el 30 de septiembre</li> </ul> <p>En estas épocas es necesario realizar unas medidas preventivas ante incendios. Las medidas preventivas generales aplicables en todas las épocas de Peligro son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Antes de iniciarse los trabajos, todos los trabajadores tienen que conocer la disposición de los distintos medios de extinción.</li> <li>-En caso de fumar en los descansos, los trabajadores se asegurarán de apagar las colillas antes de irse, incluso con agua.</li> </ul>	

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		Revisión: 2
CENTRO:		Página Nº. 36
EJECUCIÓN		
<b>Técnicas y Condiciones de Ejecución</b>	<p>A continuación se describen todas las medidas preventivas específicas a tomar en las distintas épocas de peligro:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Época de Peligro Bajo:</b> En este periodo se ha disponer de una superficie despejada de 5m de diámetro alrededor de la zona de relleno de combustible.</li> <li>- <b>Época de Peligro Medio:</b> Además de las medidas establecidas para la época de peligro bajo, es obligado dotar a todas las máquinas de combustión de apaga-chispas en sus escapes, además de:             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Segado de hierba con tractor con brazo desbrozador:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Las máquinas y equipos estarán homologados con el marcado CE.</li> <li>-Disponer de 3 extintores de 3 Kg en el interior del tractor con el fin de apagar un posible conato de incendio.</li> <li>-Disponer dentro del corte de carril móvil un vehículo dotado con depósito de agua de 600 litros dotado de manguera y lanza.</li> </ul> </li> <li>2. <b>Segado de hierba con segadoras manuales:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>-No se podrán usar cuchillas ni alambres como elementos cortadores.</li> <li>-Las máquinas y equipos estarán homologados con el marcado CE.</li> <li>-Uso de apaga-chispas en el escape de las segadoras.</li> </ul> </li> <li>3. <b>Reserva de combustible de segadoras manuales:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Prohibido fumar durante la realización de la operación.</li> <li>-El relleno de combustible se realizará con la máquina en frío y zonas despejadas de vegetación.</li> <li>-No se efectuará el posterior arranque de la máquina en el mismo lugar de relleno de combustible.</li> <li>-Almacenamiento de la maquinaria en lugares limpios de vegetación.</li> </ul> </li> </ol> </li> <li>- <b>Época de Peligro Alto:</b> Además de las medidas establecidas en las épocas de Peligro Bajo y</li> </ul>	
CONTROL Y ACEPTACIÓN		
<b>Puntos a comprobar</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprobación de la documentación de prevención, las medidas de seguridad y aplicación de las medidas preventivas contra incendios en el tallo.</li> <li>2. Autorización de trabajos por el Jefe de Operaciones (riesgo de alerta por incendios)</li> <li>3. Verificación de equipos anualmente por el Jefe de Unidad (antes 1 año)</li> <li>4. Comprobación, por el encargado, del establecimiento de la señalización de zonas adecuada antes del comienzo de los trabajos.</li> <li>5. Acabado uniforme, no sobrepasando los 10 cm de altura y correcto escarpado del trazo.</li> <li>6. Vegetación ornamental en buen estado tras haber efectuado la operación.</li> <li>7. Botes de la calzada bien rematados (tanto por el aspecto estético como práctico para evitar retención de agua y formación de charcos).</li> <li>8. Inexistencia de restos de hierba segada en la calzada.</li> </ol> <p>El encargado de la inspección comprobará la ejecución correcta de la operación, reflejando su aceptación en el PFI de operaciones. En el caso de que la operación sea rechazada, se indicará el motivo en el apartado "Observaciones" del PFI.</p>	

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		Revisión: 2
CENTRO:		Página Nº. 46
SEGURIDAD		
<b>P0. Documentación de prevención</b>	<p>Documentación técnica del tractor (Permiso de circulación e ITV)          Marcado CE del brazo desbrozador acoplado al tractor          Formación específica en materia de seguridad de los trabajadores          Autorización del uso de maquinaria por parte de la empresa hacia los operarios implicados</p>	
<b>P1. Goggles de calor</b>	<p>Hydratarse abundantemente y convenientemente durante todo el día (al menos 2litros)          Utilizar goma o sombrero          Proteger la piel de la exposición prolongada al sol          Los días de elevadas temperaturas analizar la posibilidad de variar horarios o recorridos para evitar las horas de más riesgo (13h-16h).</p>	
<b>P6. Choques contra objetos</b>	<p>Se evitará la proximidad del personal dentro del radio de acción de la maquinaria</p>	
<b>24. Ruido</b>	<p>Se empleará protección auditiva durante el funcionamiento de los equipos con un alto nivel de ruido.          En ambientes de alto nivel de ruido, emplear tumbos de trabajo cortos y ritmicos</p>	
<b>27. Proyección de fragmentos o partículas procedentes de la desbrozadora</b>	<p>El trabajo de desbroce se hará siempre con el vestuario de seguridad completo          Si el terreno es muy pedregoso, hacer una limpieza previa de piedras          Especial atención a los cambios de cuchillas y en general al mantenimiento</p>	
<b>29. Atropellos o golpes con vehículos en obras móviles</b>	<p>Se señalizarán los vehículos de trabajo según el Manual de señalización de Obras Móviles          El personal llevará vestuario de alta visibilidad (amarillo) con bandas reflectantes</p>	
Elementos de Seguridad		
Botes o zapatas de seguridad		
Ropa de trabajo (alta visibilidad)		
Guantes		
Caretas protectoras		
Goma o sombrero		
Crema protectora para la piel		
Pantanos o espinilleras		
Tapones antiruido		
Vehículo con balizamiento luminoso		
Carro de señalización móvil		
Juego de señalización de obras		
Mochila de fumigar de 16 litros con agua y depósito de 600 litros con agua		
Extintor de 3 Kg		
Sistemas apaga-chispas en los escapes de las máquinas de combustión		
Preparado:	Aprobado:	1 <sup>o</sup> GP:
Fecha:	Fecha:	Fecha:
Firma:	Firma:	Firma:

	<b>PROGRAMA DE PUNTOS DE INSPECCIÓN (Operaciones)</b> REVISIÓN 2	NÚMERO FECHA      FESTIVO <input type="checkbox"/> Pág. 1 de 2
--	---	--

CENTRO DE CONSERVACIÓN \_\_\_\_\_

HOMBRE EQUIPO		MATRÍCULA		KMS													
OPERACIONES				SITUACIÓN								MEDIDAS PREVENTIVAS*					
Nº	CÓDIGO	DESIGNACIÓN	UD.	REDUCCIÓN	CTRA.	CHE	PE	AC	RECH	P.E.	Nº A.C. O. INCIDE NCIA	Nº CROQUIS DE SEÑALI ZACIÓN	HORA	SI	NO	FIRMA DEL RESPONSABLE	
1	12511	Segado de hierba y retirada de productos	M²														
2	12511	Segado de hierba y retirada de productos	M²														
3	12511	Segado de hierba y retirada de productos	M²														
4	12511	Segado de hierba y retirada de productos	M²														

OBSERVACIONES

Nº OP.	MOTIVO DEL RECHAZO/DEFICIENCIAS DE SEGURIDAD/COMENTARIOS	CONTRO DE ACEPTACIÓN				Nº OPERACIONES											
		1	2	3	4	1	2	3	4								
		1	2	3	4												
		2	3	4	5												
		3	4	5	6												
		4	5	6	7												
		5	6	7	8												
		6	7	8	9												
		7	8	9	10												
		8	9	10	11												

PREPARADO	(Euzkagade)	CUMPLIMENTADO	(Jefe de equipo)	CONFORME	(Euzkagade)	VºBº	(Jefe de Operaciones)
FECHA		FECHA		FECHA		FECHA	
FIRMA		FIRMA		FIRMA		FIRMA	

ACP = Operación aceptada; RCH = Operación rechazada; P.E. = Punto de espera.  
 En el caso de que la operación sea rechazada, indicar en el apartado observaciones el motivo.

	<b>PROGRAMA DE PUNTOS DE INSPECCIÓN (Operaciones)</b> REVISIÓN 2	NÚMERO FECHA      FESTIVO <input type="checkbox"/> Pág. 1 de 2
--	---	--

PERSONAL							
CÓDIGO	NOMBRE Y APELLIDOS	1	2	3	4	5	Total

MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES							
CÓDIGO	DENOMINACIÓN	1	2	3	4	5	Total
100	Camión 11.5t						
101	Camión 10t						
102	Camión 12.5t						
103	Camión 10t (con conductor)						
400	Camión tractor						
500	Tractor						
600	Tractor con cargador						
700	Camión tractor						
800	Tractor						
900	Tractor con cargador						
1000	Camión tractor						
1100	Tractor						
1200	Tractor con cargador						
1300	Tractor						
1400	Tractor con cargador						

MATERIALES							
CÓDIGO	DENOMINACIÓN	1	2	3	4	5	Total
1001	M. Bateria tractor						
1002	U. Bateria tractor						
1003	U. Bateria tractor						
1004	U. Bateria tractor						
1005	U. Bateria tractor						
1006	U. Bateria tractor						
1007	U. Bateria tractor						
1008	U. Bateria tractor						
1009	U. Bateria tractor						
1010	U. Bateria tractor						
1011	U. Bateria tractor						
1012	U. Bateria tractor						
1013	U. Bateria tractor						
1014	U. Bateria tractor						
1015	U. Bateria tractor						
1016	U. Bateria tractor						
1017	U. Bateria tractor						
1018	U. Bateria tractor						
1019	U. Bateria tractor						
1020	U. Bateria tractor						
1021	U. Bateria tractor						
1022	U. Bateria tractor						
1023	U. Bateria tractor						
1024	U. Bateria tractor						
1025	U. Bateria tractor						
1026	U. Bateria tractor						
1027	U. Bateria tractor						
1028	U. Bateria tractor						
1029	U. Bateria tractor						
1030	U. Bateria tractor						
1031	U. Bateria tractor						
1032	U. Bateria tractor						
1033	U. Bateria tractor						
1034	U. Bateria tractor						
1035	U. Bateria tractor						
1036	U. Bateria tractor						
1037	U. Bateria tractor						
1038	U. Bateria tractor						
1039	U. Bateria tractor						
1040	U. Bateria tractor						

ACP = Operación aceptada; RCH = Operación rechazada; P.E. = Punto de espera.  
 En el caso de que la operación sea rechazada, indicar en el apartado observaciones el motivo.



# capacidad

abordamos todos nuestros proyectos con solvencia,  
conocimiento y tecnología para mayor satisfacción  
de nuestros clientes



y seguimos...

**GRUP**  **ORTIZ**

crecimiento responsable

# La evolución del gasto en conservación en las autopistas de peaje de titularidad estatal



Autopista de peaje AP-7 .  
Refuerzo de firme en p.k. 207,00.  
Fuente: Autopistas C.E.A.S.A. (ACESA).

**Fuencisla Sancho Gómez,**  
*Ingeniero de Caminos, Canales y  
Puertos del Estado. D.G.C. Ministerio  
de Fomento.*

## Resumen

**E**n la actualidad, son 2 531,45 los kilómetros de autopista de peaje de titularidad estatal, que soportan una intensidad media diaria (I.M.D.) de 19 263 vehículos, de los cuales un 13% son pesados. La conservación de las autopistas tiene como objetivo prioritario asegurar unas perfectas condiciones de utilización; procediendo para ello los responsables de su explotación, es decir los concesionarios, a la periódica reparación o sustitución de los elementos de la misma que se deterioren por el uso o por

causa de accidentes. Para ello se sirve de inspecciones técnicas periódicas que permiten vigilar su estado. Las actividades de conservación se clasifican en función de su naturaleza periódica u ocasional en ordinarias y extraordinarias, pudiendo ser en ambos casos acometidas directamente por el personal adscrito a estas tareas de la sociedad concesionaria, o por medios ajenos siempre bajo su supervisión y responsabilidad.

Hay que tener en cuenta el hecho de que el 92% de la longitud total de la Red Estatal de Autopistas de Peaje tiene calzadas de dos carriles, el 7% tiene calzadas de tres carriles y un 1% tiene calzadas de cuatro carriles. Por tipos de pavimento, aproximadamente el 84% de la red corresponde a firmes de mezclas

bituminosas y un 16% a firmes rígidos de hormigón o semirrígidos.

En lo que se refiere a las actividades de conservación (ordinaria y extraordinaria) realizadas durante este último año en la red estatal de autopistas nacionales de peaje se puede señalar que el gasto total, con exclusión del IVA, ascendió a la cifra de 151,15 millones de euros, (176,77 millones de euros en 2008) lo cuál supone un descenso del 14,5% en relación con el gasto efectuado en la anualidad anterior.

Del total de la inversión realizada, 111,69 millones de euros correspondieron a conservación ordinaria (73,87%) y el resto, 39,50 millones de euros, a conservación extraordinaria (26,13%).

El gasto promedio en conservación ordinaria por kilómetro de autopista



Mapa de las autopistas de peaje de titularidad estatal. Año 2010. Fuente: Ministerio de Fomento.

se situó en la cifra de 44,17 miles de euros/km.

El gasto promedio en conservación extraordinaria por kilómetro de autopista se situó en la cifra de 15,62 miles de euros/km.

**Palabras clave:** autopista de peaje, conservación.

### Introducción

Como reseña histórica, la primera estructura viaria de peaje en España fue el Túnel de Guadarrama construido entre los años 1960 y 1963 e integrado posteriormente en la autopista de peaje A-6, hoy AP-6: Villalba-Villacastín-Adanero. Posteriormente se otorgaron las concesiones del Puente sobre la Bahía de Cádiz y la del Túnel de la Sierra del Cadí: de estas dos últimas, la primera fue liberada del peaje en 1982 y la segunda es hoy una concesión de la *Generalitat de Catalunya*. Pero la actual red estatal de autopistas de peaje nace en 1965 con la publicación del Decreto 3225/65 que definía como objeto de concesión la construcción, conservación y explotación de los tramos Barcelona-La Junquera, ampliable a Barcelona-Tarragona y Montgat-Mataró en Cataluña. Me-

dante decretos de este tipo se fue tejiendo el mapa concesional de España, teniendo en la actualidad 2 531 km distribuidos en 27 dominios de peaje de titularidad estatal y unos 470 km distribuidos en 14 dominios de peaje de titularidad autonómica, 4 de los cuales corresponden a túneles.

La movilidad y el transporte se constituyen como elementos claves en la sociedad actual, tanto por su relevancia en términos económicos como por cuanto suponen facetas de un modo de vida asociado sin duda al mundo contemporáneo, representando las variables de movilidad tanto de personas como de mercancías una idea clara y objetiva de la vitalidad de una sociedad. Los datos son suficientemente elocuentes: de los 597,70 km de autopistas de peaje de titularidad estatal en servicio en el año 1974 se ha pasado a disponer en la actualidad de 2 531,45 km de autopista, lo que supone un incremento bruto de casi el 432% en el plazo de 35 años, representando una media anual acumulativa de 4,26%, tasa que supera los indicadores de crecimiento económico, manteniéndose en todo momento a lo largo de estos años en un ejemplo de innovación y vanguardia tanto funcional como tecnológica.

Desde el año 2000 al 2007 el crecimiento de la red es importante, al igual que durante la década de los 70; ya en el año 2008 la longitud no ha variado, es decir, el crecimiento de la red de autopistas de peaje ha sido cero. La evolución de la demanda en las 27 autopistas de peaje de titularidad estatal, medida por la intensidad media diaria (I.M.D.) que soportan, en el año 2009 ha sido contractiva debida a la situación general de la economía nacional, resultando un promedio del -8,75, comenzando esta tendencia en el año 2008, llegando en aquel momento a ser del -5,11.

### Marco legal en el sistema concesional

En la actualidad la red de carreteras española cuenta con unos 167 500 km excluyendo las vías urbanas y los caminos agrícolas y forestales, tan sólo el 15% de la longitud total de la red nacional de carreteras es de titularidad estatal, no obstante la mayor parte de las vías de alta capacidad, el 80% aproximadamente pertenece al Estado. En la actualidad, son 2 531,45 los kilómetros de autopista de peaje de titularidad estatal, que soportan una intensidad media diaria (I.M.D.) de 19 263 vehículos, de los cuales un 13% son pesados.

En la Ley de 26 de febrero de 1953, sobre construcción por particulares de carreteras de peaje, donde se hace referencia por primera vez a la concesión de autopistas en este país, se reconocía ya la conveniencia de involucrar al sector privado en la financiación de las autopistas; aunque por diversos motivos hubo que esperar a la Ley 55/1960 de carreteras en régimen de concesión, en la que se incluían incentivos económicos a las sociedades concesionarias en términos de bonificaciones y exenciones fiscales, permitiendo un plazo concesional de hasta 99 años.

Posteriormente la Ley 8/1972 de 10 de mayo, sobre construcción, conservación y explotación de autopistas en régimen de concesión, reduce el periodo máximo de concesión a 50

## AUTOPISTAS DE LA RED ESTATAL. IMD POR AUTOPISTA, AÑO 2009

Denominación de la autopista	Longitud (Km)	IMD (Vh./día)	IMD V. ligeros	IMD V. pesados	%Variación IMD 09/08
AP-1: Burgos - Armiñón	84,30	20 646	17 098	3 548	-7,21
AP-2: Zaragoza - Mediterráneo	215,49	13 025	11 410	1 615	-9,50
AP-36: Ocaña - La Roda	127,50	4 612	4 242	370	-6,54
AP-4: Sevilla - Cádiz	93,82	23 774	22 272	1 502	-2,11
AP-41: Madrid - Toledo	58,81	1 883	1 832	51	-21,60
AP-51: AP-6- Conexión con Ávila	23,10	8 316	7 789	527	16,95
AP-53: Santiago - Alto Sto. Domingo	56,61	5 865	5 509	356	3,20
AP-6: Villalba - Villacastín - Adanero	69,60	28 039	24 699	3 340	-6,05
AP-61: AP-6 - Conexión con Segovia	27,68	6 148	5 599	549	5,53
AP-66: León - Campomanes	77,76	9 956	8 465	1 491	-0,68
AP-68: Bilbao - Zaragoza	294,42	13 574	12 151	1 423	-7,43
AP-7: Alicante - Cartagena	76,60	16 961	15 122	1 838	-16,90
AP-7: Barcelona - Tarragona	100,36	57 556	47 652	9 904	-6,70
AP-7: Cartagena - Vera	112,62	2 101	1 847	253	-13,20
AP-7: Circunvalación de Alicante	33,20	7 978	7.461	517	-19,24
AP-7: Málaga - Guadiaro	98,15	29 471	27 630	1 840	-8,02
AP-7: Montmeló - La Junquera	135,98	44 214	35 886	8 327	-5,45
AP-7: Tarragona - Valencia	225,32	19 723	16 096	3 627	-11,22
AP-7: Valencia - Alicante	148,52	22 928	21 380	1 548	-12,66
AP-7: Montmeló - Papiol	26,64	109 766	86 160	23 606	-4,35
AP-71: León - Astorga	37,70	5 115	4 544	572	-4,59
AP-9: Ferrol - Frontera Portuguesa	219,60	24 143	22 048	2 095	-2,06
M-12: Eje Aeropuerto	9,44	19 611	19 270	341	-0,03
R-2: Madrid - Guadalajara	62,30	9 378	8 479	900	-11,72
R-3: Madrid - Arganda del Rey	31,80	14 842	14 140	702	-4,44
R-4: Madrid - Ocaña	52,50	8 835	8 390	445	-15,06
R-5: Madrid - Navalcarnero	31,63	10 665	10 320	345	-1,35
<b>Total Red Estatal (tramos de peaje)</b>	<b>2 531,45</b>	<b>19 263</b>	<b>16 759</b>	<b>2 504</b>	<b>-8,75</b>

Fuente: Ministerio de Fomento .

años, fijando los beneficios fiscales y tributarios que los concesionarios obtendrían estableciendo la facultad de amortización de acuerdo con el plan económico-financiero de dicha concesión. Hoy en día el articulado de esta Ley continúa vigente constituyendo, en parte, el régimen jurídico que regula el otorgamiento de concesiones de autopistas, túneles o puentes.

Por último, la Ley 13/2003, de 23 de mayo, reguladora del contrato de concesiones de obras públicas, introdujo importantes modificaciones en el régimen regulatorio del sistema concesional: es el caso del riesgo concesional, del equilibrio económico de la concesión y la financiación de las obras. Se introduce la "cláusula de progreso" según la cual el concesionario debe mantener en cada momento y según el progreso de la ciencia la autopista y sus instalaciones de conformidad con "la normativa técnica, medioambiental, de

accesibilidad y eliminación de barreras y de seguridad de los usuarios que resulte de aplicación"; así como la implantación de los sistemas de percepción del peaje según los desarrollos más avanzados tecnológicamente, con el objetivo de optimizar la explotación de la autopista y de proporcionar los mejores niveles de servicio a los usuarios.

### Gasto en conservación ordinaria y extraordinaria

En lo relativo a la conservación y explotación de estas autopistas de peaje debe tenerse en cuenta además el Decreto 215/1973 por el que se aprueba el Pliego de Cláusulas Generales para la construcción, conservación y explotación de las autopistas en régimen de concesión, y los Reglamentos de explotación de las diferentes sociedades concesionarias donde se fijan las obligaciones de

aquellas en lo relativo a la conservación y funcionamiento de las vías de las respectivas concesiones.

La conservación de las autopistas tiene como objetivo prioritario asegurar unas perfectas condiciones de utilización, procediendo para ello los responsables de su explotación, es decir los concesionarios, a la periódica reparación o sustitución de los elementos de la misma que se deterioran por el uso o por causa de accidentes. Para ello se sirve de inspecciones técnicas periódicas que permiten vigilar su estado. Las actividades de conservación se clasifican en función de su naturaleza periódica u ocasional en ordinarias y extraordinarias, pudiendo ser en ambos casos acometidas directamente por el personal adscrito a estas tareas de la sociedad concesionaria, o por medios ajenos siempre bajo su supervisión y responsabilidad.

Durante este último año las socie-

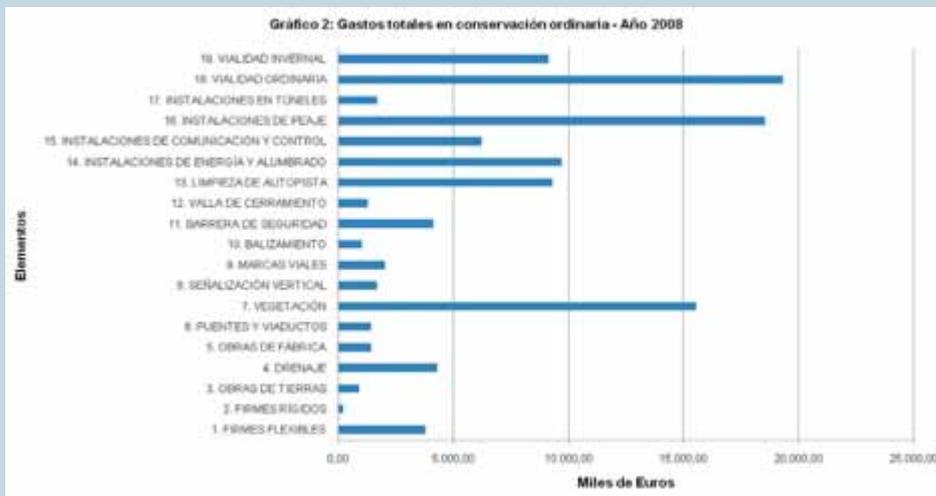


Gráfico 2.

dades concesionarias han practicado de forma regular una serie de tareas de control e inspección de sus infraestructuras tendentes a mejorar el conocimiento, en tiempo real, de su situación en términos de conservación y explotación. Estas actuaciones de control se clasifican de la siguiente forma: análisis de deflexiones del firme; análisis del CRT; análisis del IRI; análisis de textura; retroreflectancia de marcas viales; inspección de obras de fábrica; control de congestión; control de incidencias; control de instalaciones; control de vialidad ordinaria y control de la vialidad invernal. Por otro lado fijan, con carácter general 19 elementos en las autopistas de las que son responsables, asignando para cada uno de ellos una serie de actividades propias de la conservación y explotación; esos ele-

mentos son los siguientes: firmes flexibles; firmes rígidos; obras de tierra; drenaje; obras de fábrica; puentes y viaductos; vegetación; señalización vertical; marcas viales; balizamiento; barrera de seguridad; valla de cerramiento; limpieza de la autopista; instalaciones de energía y alumbrado; instalaciones de comunicación y control; instalaciones de peaje; instalaciones en túneles; vialidad ordinaria y vialidad invernal.

De entre las actividades de conservación es importante destacar: sellado de grietas y fisuras; limpieza del firme; relleno de badenes debidos a asentamiento del terraplén; refuerzos; fresado; reposición de losas; reparación de taludes de desmonte o terraplén erosionados; protección de taludes con escolleras y gaviones; limpieza periódica y accidental de los

distintos elementos del drenaje: cunetas, arquetas, drenes subterráneos, colectores, salidas laterales, bajantes en taludes, etc; reparaciones y pintura de barandillas y otros elementos de protección; siega de hierba en mediana, taludes y enlaces; tratamiento con herbicidas; reposición de señales, carteles y paneles; repintado de postes de sustentación; repintado de marcas viales longitudinales, cebrados, símbolos, etc; reposición de balizas, ojos de gato, cata-dióptricos, hitos, etc; reposición de barreras de seguridad; reposición de valla de cerramiento; limpieza de bermas, playas de peaje y zonas abiertas de áreas de servicio y descanso; recogida de basuras; retirada de objetos y animales; retirada de nieve y extensión de fundentes.

Hay que tener en cuenta el hecho de que el 92% de la longitud total de la Red Estatal de Autopistas de Peaje tiene calzadas de dos carriles, el 7% tiene calzadas de tres carriles y un 1% tiene calzadas de cuatro carriles. Por tipos de pavimento, aproximadamente el 84% de la red corresponde a firmes de mezclas bituminosas y un 16% a firmes rígidos de hormigón o semirrígidos.

Existen en las autopistas de peaje 42 áreas de mantenimiento, lo que corresponde a una área aproximadamente cada 60 kilómetros de autopista. En dichas áreas se ubican la estructura organizativa para la conservación y explotación de la autopista, el mantenimiento de diversas instalaciones complementarias, así como los servicios de vialidad ordinaria e invernal y contra incendios, además de la coordinación de las comunicaciones y la asistencia mecánica y sanitaria a los usuarios, los cuales ven atendidas las necesidades propias de un viaje (gasolina y restauración) en las 70 áreas de servicio en funcionamiento en la actualidad, lo que representa un área de servicio aproximadamente cada 36 kilómetros, entendiéndose como tales aquellas zonas colindantes con la autopista diseñadas expresamente para albergar instalaciones y servicios

destinados a la cobertura de las necesidades de la circulación.

En lo que se refiere a las actividades de conservación (ordinaria y extraordinaria) realizadas durante este último año en la red estatal de autopistas nacionales de peaje se puede señalar que el gasto total, con exclusión del IVA, ascendió a la cifra de 151,15 millones de euros, (176,77 millones de euros en 2008) lo cuál supone un descenso del 14,5% en relación con el gasto efectuado en la anualidad anterior, aún así, se ha mantenido razonablemente la intensidad en la aplicación del gasto a este concepto.

Del total de la inversión realizada, 111,69 millones de euros correspondieron a conservación ordinaria (73,87%); y el resto, 39,50 millones de euros, a conservación extraordinaria (26,13%). En el año 2008, fueron 112,25 millones de euros los que se aplicaron a conservación ordinaria, quedando 64,60 millones de euros para conservación extraordinaria. Ello supone un ligero mantenimiento en las actuaciones de conservación ordinaria en estos dos últimos años. El gasto medio se situó en la cifra de 59,79 miles de euros/km, de los cuales 44,17 miles de euros correspondieron a conservación ordinaria y 15,62 miles de euros a conservación extraordinaria. Según estimaciones realizadas, las actividades de conservación ordinaria se llevaron a cabo con medios propios en un 35% de su importe, correspondiendo el restante 65% a medios ajenos, por-

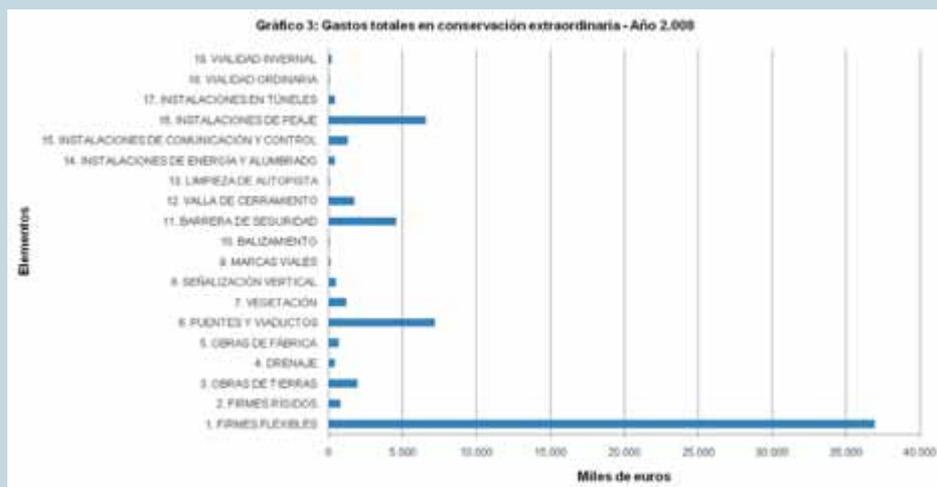
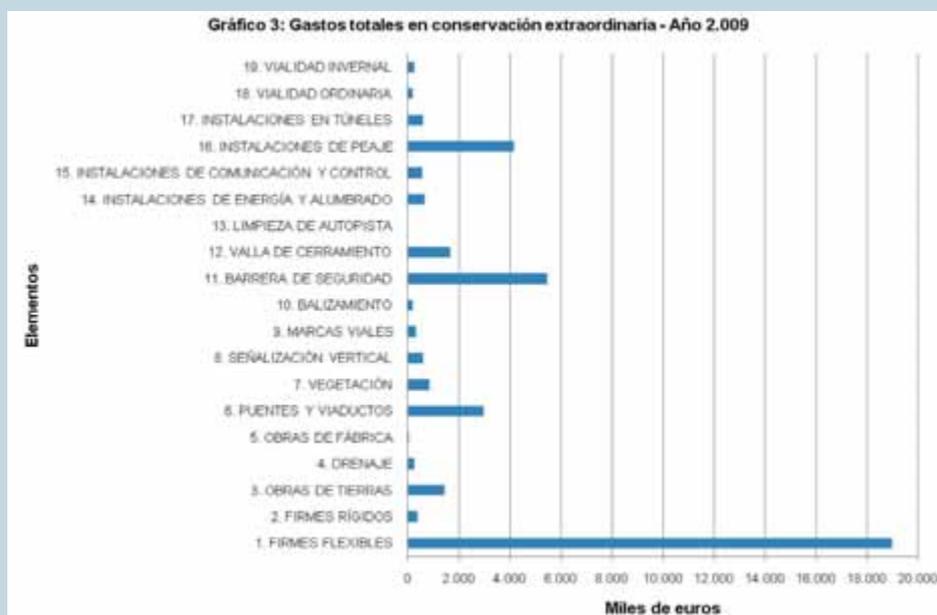


Gráfico 3.

centajes éstos similares a los del año 2008.

Los elementos que han generado mayor gasto en total a lo largo del año 2009 (conservación ordinaria y extraordinaria) son las instalaciones de pe-

aje (24,78 millones de euros) seguidas por los firmes (23,42 millones de euros en los de tipo flexible y 0,52 millones de euros en los de tipo rígido, estos últimos minoritarios en la red), y la vialidad ordinaria (19,56 millones



Autopista de Peaje AP-66, Puente Fernández Casado. Fuente: Autopista Concesionaria Astur-Leonesa, S.A. (AUCALSA).

de euros). En el otro extremo, los elementos a los que se ha dedicado menor gasto durante el año 2009 fueron el balizamiento (1,32 millones de euros), las obras de fábrica (1,52 millones de euros) y las marcas viales (2,29 millones de euros).

En lo que respecta a las tareas llevadas a cabo con el fin de mejorar las instalaciones de peaje y que han supuesto, como ya se ha indicado anteriormente, un gasto de unos 25 millones de euros, es importante señalar que éstas pasan por una serie de actualizaciones tanto tecnológicas (comunicación e información) como de reposición de elementos obsoletos o dañados, con el resultado a 31 de diciembre de 2009 de: 1 382 sistemas de telepeaje interoperable (vía-T); 847 sistemas de videocontrol; 612 estaciones de aforo; 719 paneles de mensaje variable (P.M.V.) y 40 estaciones meteorológicas, obteniéndose finalmente una cifra que resulta representativa, de los Sistemas Inteligentes de Transporte (I.T.S.), de 4 719 (incluidos el control integral de túneles, pesaje dinámico, vialidad invernal, etc...) entendiéndose por I.T.S. el conjunto de tecnologías y sistemas que tienen como objetivo común mejorar la seguridad y la eficacia de las redes de carreteras, en este caso, las autopistas de peaje, mediante la aplicación de las nuevas tecnologías de la información y las telecomunicaciones a las infraestructuras y a los vehículos (TICs). El despliegue de los sistemas ITS en las infraestructuras de transporte se contempla como un factor necesariamente coadyuvante para una gestión y explotación integrada de la red de carreteras, teniendo como objetivos la mejora de la seguridad, la eficiencia de la red y la calidad del servicio a los usuarios; haciendo, por tanto, de las autopistas de peaje de titularidad estatal, incluso en estos momentos, un ejemplo de innovación y vanguardia frente al resto de la red.

Las actuaciones de conservación en la rehabilitación de firmes bituminosos, que como ya se ha indicado anteriormente suponen un 84% de la



Autopista de peaje AP-7 Cartagena -Vera. Tunnel de la Loma de Bas. Fuente: Autopista de la Costa cálida C.E.A.S.A (AUCOSTA).

red de autopistas de peaje de titularidad estatal, ha generado un gasto a lo largo del año 2009 de unos 23,5 millones de euros consistiendo, en la mayoría de los casos, en el fresado de la mezcla bituminosa para posteriormente proceder a su puesta en obra. Es importante hacer hincapié en el carácter innovador de estas autopistas de peaje también en este apartado, diciendo que en el caso de firmes semirrígidos con un gran número de grietas se ha procedido a su rehabilitación mediante procedimientos novedosos: es el caso por ejemplo del reciclado con emulsión.

El gasto medio en conservación ordinaria, como se ha indicado anteriormente, se situó en la cifra de 44,17 miles de euros/km (44,39 miles de euros/km en el año 2008); de estas actividades de conservación ordinaria se llevaron a cabo con medios propios aproximadamente en un 35% de su presupuesto, correspondiendo el restante 65% a medios ajenos.

Los elementos que generan mayor gasto en conservación ordinaria son las instalaciones de peaje (20,62 millones de euros) y la vialidad ordinaria (19,36 millones de euros). En el otro extremo, los elementos a los que se ha dedicado menor gasto durante el año 2009 son los firmes rígidos (0,14 millones de euros) por su carácter minoritario en el conjunto de la red, y los puentes y viaductos (0,82

millones de euros).

La realización de dichas actividades que se acometen en un elevado porcentaje con medios ajenos a la concesionaria, han supuesto en 2009 un total de 39 499,42 miles de euros, cantidad sensiblemente inferior a los 64 602,70 miles de euros que se dedicaron a esta modalidad el año anterior. Tan sólo una pequeña fracción del presupuesto (2%) correspondió a medios propios, siendo el restante 98% efectuado con medios ajenos. El gasto medio en conservación extraordinaria se situó en la cifra de 15,62 miles de euros/km (25,55 miles de euros/km en el año 2008).

Las actuaciones de conservación extraordinaria que mayor gasto suponen a las concesionarias son las relacionadas con los firmes, en cuanto a la necesidad de refuerzos y regeneración de sus características superficiales, con un gasto de 18,98 millones de euros en firmes flexibles y 0,38 en rígidos. A ello le siguen las barreras de seguridad con 5,47 millones de euros, las instalaciones de peaje con 4,16 millones de euros, los puentes y viaductos con 2,96 millones de euros, las vallas de cerramiento con 1,67 millones de euros y las explanaciones con 1,42 millones de euros. Estas actuaciones han supuesto aproximadamente el 90% del total del gasto en conservación extraordinaria. ■

# La seguridad: Enfoque preferente de la conservación



**Óscar Gutiérrez-Bolívar**, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

## Resumen

La seguridad de los usuarios es uno de los fines primordiales de la conservación de carreteras. Las carreteras se construyen con unos determinados parámetros y dotaciones, que es necesario preservar a lo largo del tiempo. Pero las actividades de lo que se denomina conservación no se limitan a ese objetivo, sino que constantemente están espoloadas por otro propósito que es el de mejorar. A pesar del poco predicamento del que disfruta la conservación, está siempre en continuo avance ocupándose no sólo de mantener lo que se ha recibido, sino también de mejorarlo de forma notable. Son innumerables los avances que se han introducido por vía de las actividades de conservación en el patrimonio de las carreteras y en su gestión. En este artículo se señalan

algunas insuficiencias como las que presentan las señales verticales frente a la condensación, las marcas viales en caso de lluvia de cierta intensidad y la protección de los trabajadores y usuarios frente a alcances a vehículos dedicados a la conservación. Se muestran algunas soluciones que podrían eliminar o disminuir esas limitaciones, siempre que superaran unas pruebas y análisis rigurosos.

**Palabras clave:** conservación, seguridad vial, señalización, anticondensación, marcas visibles bajo el agua, atenuador de impacto sobre vehículos.

## Introducción

Dentro del Comité de Conservación se constituyó un grupo de trabajo, denominado «Enfoque técnico-científico de la conservación» cuyo objetivo era, y es, el de identificar aspectos de la conservación que puedan ser mejorados y analizar las téc-

nicas que puedan contribuir en ese sentido. En este artículo, sin pretensión de profundizar en las características y condiciones, se quiere mostrar algunos problemas y sus posibles soluciones, siempre relacionados con la seguridad vial.

La conservación desempeña un papel fundamental en la seguridad de las carreteras. Además de las intervenciones inmediatas, mantiene, por una parte, el patrimonio que ha recibido en unas condiciones adecuadas, por medio de limpiezas, reparaciones, entretenimiento rutinario, o reemplazando elementos obsoletos. Pero por otra, modificando e introduciendo mejoras a medida que la experiencia y los estudios así lo aconsejan, o cuando se crean nuevos productos que suplen las carencias o imperfecciones de los existentes.

En este sentido se pretende identificar y mostrar una serie de deficiencias que presentan algunos elementos de las carreteras o de los equipos que prestan su servicio, y

analizar los remedios que la técnica y el mercado presentan para superar esa situación.

Uno de los problemas que más afecta a las condiciones de servicio de las carreteras son las situaciones adversas debidas a causas naturales. La nieve, el hielo, la lluvia, la niebla, son los meteoros más habituales que disminuyen la oferta de seguridad que proporciona la vía. Bien es cierto que en el diseño de una carretera se pueden prever algunas de las situaciones que puedan causar problemas a los conductores, como por ejemplo, evitar a la salida de un túnel el deslumbramientos por el sol, o construir un túnel para evitar un puerto de montaña sometido a fuertes inclemencias en el invierno.

La conservación, además de preservar el patrimonio tiene como misión el facilitar a los usuarios unas condiciones cómodas y seguras. Atemperar las condiciones climáticas adversas a los usuarios es una tarea difícil, pues se está sometido a la incertidumbre del cuándo, dónde y cómo sucederán los fenómenos; y además, es difícil poner un límite a las actuaciones, pues hay que asumir que no se pueden evitar todos los riesgos, y que el nivel de protección frente a ellos supone un coste adicional que puede ser inasequible. El coste para evitar algunos riesgos puede subir exponencialmente, mientras que los riesgos evitados lo hagan linealmente. Es decir, el coste marginal para mejorar la seguridad puede ser muy elevado. Es cierto que existen medidas de bajo coste de una gran eficacia que se han venido aplicando; pero desgraciadamente encontrar nuevas medidas es una labor que cada vez resulta más difícil. También, en ocasiones, la comparación se hace entre el coste de dos soluciones, en la que una puede doblar a la otra en coste, pero también en eficacia frente a la seguridad. Eso puede suponer un diferencial porcentual muy elevado; pero puede ser de poca cuantía si se relaciona con el valor del patrimonio o con el coste en vidas o daños que se evita. El

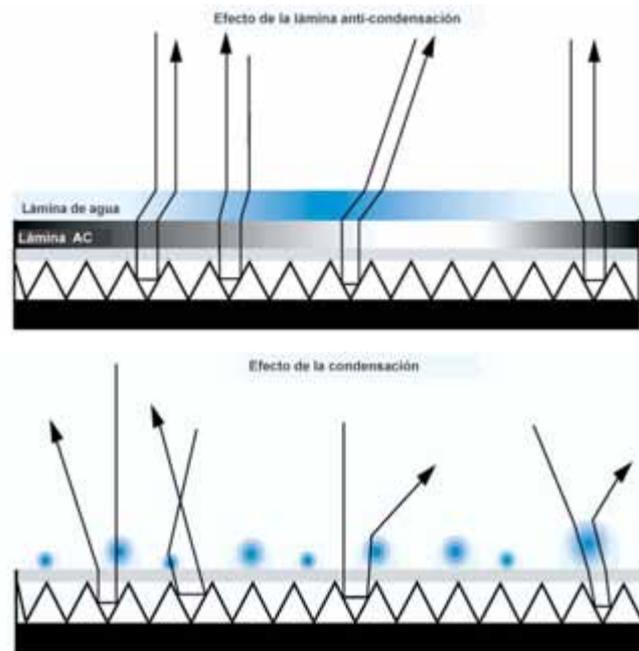
empleo de áridos especiales en puntos críticos al deslizamiento, o de señales o marcas viales también especiales en puntos conflictivos, puede ser costoso comparado con las soluciones tradicionales, pero muy eficaz con el objeto que se persigue. Hoy en día las condiciones de diseño de las carreteras suelen ofrecer un elevado nivel de seguridad objetiva. Además, en situaciones adversas los conductores deberían acoplar su velocidad a esas condiciones. La realidad es que muchos no lo hacen. Por eso hay una tendencia a adoptar una actitud benevolente y reforzar las condiciones de seguridad para evitar accidentes. Podría parecer una actitud paternalista; pero hay que considerar que si se puede evitar la pérdida de una vida se justifica el em-

ductores de la necesidad de adaptarse a las condiciones específicas que se dan en de cada momento.

Sin más consideraciones sobre los límites de hasta dónde tiene que intervenir la Administración para evitar que las decisiones incorrectas de los usuarios tengan consecuencias fatales, se pasa a describir algunas situaciones que pueden mejorarse de forma objetiva y considerable.

## Señalización vertical

Un problema que se presenta en gran parte de las carreteras es el fenómeno de la condensación sobre las señales, que hace que se reduzca su visibilidad de una forma drástica. No se tienen datos sobre los días que se produce esta circunstancia ni del nú-



Gotas de agua en una señal cualquiera, y capa de agua en una señal con una lámina anti-condensación de 3M™.

pleo de medidas de refuerzo de la seguridad. Es habitual observar cómo en días de lluvia, nieve o bajas temperaturas, algunos conductores se comportan como si las condiciones fueran iguales a las de buen tiempo. La noche, que agrava considerablemente esas condiciones, tampoco parece que suponga ningún tipo de restricción para muchos de esos conductores. Aunque ya se realizan campañas y se despliegan avisos, no se debe cejar, e incluso se debería reforzar la comunicación a los con-

mero de señales afectadas, pero se puede constatar que pueden ser algunas decenas de días a lo largo del año.

Independientemente del número, el problema presenta la suficiente entidad para producir cierta preocupación. El que unos días al año, y además de noche, una cantidad considerable de señales presenten una visibilidad muy reducida, representa una merma preocupante en las condiciones de seguridad objetiva. Las señales pueden ser de prohibición, de obligación o informativas. En general, las señales de



Comparación dentro de una señal. Nikkalite Dewtect™.

prohibición o de obligación, podrían intuirse o al menos, en caso de duda inducir al conductor a tomar alguna precaución. Las informativas, como pueden ser las de orientación, pueden producir situaciones de duda o de perplejidad que provoquen que los conductores puedan realizar maniobras bruscas, con el consiguiente peligro para ellos o para otros conductores. Se da la circunstancia de que existe un gran interés en que las señales presenten unos ciertos niveles de retroreflexión. Las señales que no lo cumplen se reemplazan de forma inmediata. Sin embargo, muchas señales durante muchas noches son prácticamente invisibles, no sólo en nuestras redes, sino en casi todos los países con climas similares o más fríos sin que se hayan tomado soluciones de forma realmente efectiva y generalizada al respecto.

La condensación o formación de rocío es un fenómeno de una cierta complejidad, pues depende de muchos factores. No se entrará en modelos termodinámicos que expliquen el fenómeno, pero sí hay que indicar la influencia evidente de las condiciones ambientales de humedad y de temperatura, y de las características de capacidad de transmisión de calor por convección y radiación de los materiales de las señales.

Algunas de las soluciones que se han ideado y en algunos casos aplicado serían:

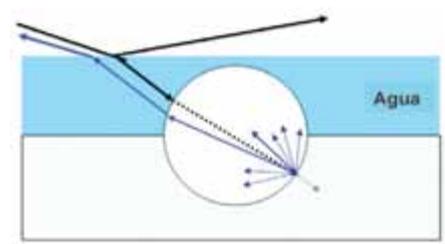
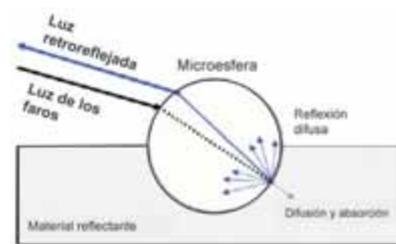
- Iluminar las señales, interna o

externamente

- Calentar las señales
- Modificar el sustrato
- Tratamiento superficial

Las dos primeras soluciones presentan una gran efectividad, pero también un coste elevado. La tercera solución consiste en la utilización de materiales que cambien las condiciones de transferencia de calor. Entre ellas estaría la utilización del aluminio o la protección con materiales aislantes como maderas o materiales poliméricos. Estos sistemas tienen un coste moderado, pero también lo es su eficacia.

Dentro del cuarto grupo están los denominados tratamientos superficiales de «alta energía», que básicamente se tratan de láminas de materiales



Retroreflexión en marcas viales sin agua, y situación con una cierta lámina de agua. Esquema de Hautiète et al.

que alteran la tensión superficial de modo que las pequeñas gotas de agua se deslicen juntándose (coalescencia) y formando una fina película de agua que resbalará, escurriendo la superficie de la señal.



Microcristales para el agua y esferas para seco.

Aunque ningún sistema es eficaz al 100%, la utilización de las láminas anticondensación parece ser el que presenta mejores relaciones entre la eficacia y el coste. Algunos autores indican que la duración de estas láminas es algo corta, pues la sitúan en unos cinco años

([www.transportation.org/sites/scote/docs/SCOTE\\_DG3%20PIF%20Dec%2015.pdf](http://www.transportation.org/sites/scote/docs/SCOTE_DG3%20PIF%20Dec%2015.pdf)).

Otras solución podría ser el empleo de señales de mayor poder de reflexión, que harían que el efecto de la condensación fuera menor, pero que si se abusa de ellas perderían su carácter excepcional para atraer la atención en zonas de riesgo más elevado. Esta solución sería aún más efectiva si se iluminaran internamen-

te las señales. También una limpieza esmerada mejora la retroreflexión y la resistencia a la condensación del vapor, pero no evita de forma sustancial la condensación.

No obstante, parece conveniente seguir estudiando las ventajas de estos sistemas, pues una señalización que no cumple su misión un número considerable de días al año supone un aumento notable de exposición a unas condiciones que normalmente no son aceptables.

## Marcas viales

También las marcas viales sufren una disminución notable de sus características cuando la lámina de agua sobre el pavimento alcanza determinada altura. En esos casos no se refleja la luz hacia el conductor, perdiéndose casi por completo la función de guía de las marcas. Los días de lluvia en las distintas redes



Comparación entre marcas convencionales y 3M All Weather.



Atenuadores de impacto acoplados a vehículos.

varían de forma notable, pero hay que admitir que se trata de demasiado tiempo en situaciones que no se admiten en condiciones normales. De nuevo sería necesario plantearse esas diferencias tan notables en las que se exige mucho en condiciones normales y se «transige» también mucho en condiciones no tan anormales como pueda ser un aguacero de cierta intensidad por la noche. Bien es cierto que los pavimentos drenantes evitan que se produzca esa altura de lámina. Los pavimentos no drenantes, pero con una elevada macrotextura, también facilitan la ecuación del agua, pero no son tan efectivos como los drenantes. Sería conveniente estudiar con rigor las ventajas que presentan los

pavimentos drenantes en número de accidentes evitados, frente a otros inconvenientes.

Existen ya soluciones comerciales que afirman que dan solución a estos problemas, por medio de pinturas que, con un cierto grosor y con una mezcla de cierta proporción de materiales convencionales como microesferas y elementos cerámicos microcristalinos, consiguen un excelente comportamiento en todas las condiciones. Los elementos microcristalinos poseen un elevado índice de refracción que hacen que sean los que en condiciones de agua produzcan la retroreflexión. En seco son las microesferas convencionales serían las encargadas de producir ese efecto.

En definitiva, se trata de dos materiales que reflejan la luz con distintos ángulos, lo que hace que cada uno cumpla su cometido en unas u otras circunstancias. Es decir, el ángulo reflejado por las microesferas convencionales es tal que se devuelve la luz al conductor en condiciones normales; pero en presencia de agua ese ángulo se altera y no se produce ese efecto. En cambio, los elementos microcristalinos, al poseer otras características de refracción, hacen que en presencia de agua se devuelva la luz con el ángulo necesario para que llegue al conductor como ocurre con las microesferas en seco.

Además, parece que ese tipo de marcas, por su composición, tiene una

duración considerablemente mayor que las que presentan los productos convencionales. Eso puede suponer también una mejora notable al reducir la exposición de los trabajadores al riesgo que supone pintar, pues disminuiría el número de aplicaciones.

### Atenuadores de impacto móviles

Por unas u otras razones a las obras móviles o trabajos de corta duración en las carreteras se les da un tratamiento diferenciado de las obras que tengan una cierta duración. Tal vez la razón estribe en que el tiempo de exposición en un punto es menor, pero la exposición al riesgo puede ser igual dado que ese punto puede estar moviéndose continuamente. En ese sentido los atenuadores de impacto montados sobre equipos o sobre vehículos auxiliares pueden mejorar las condiciones de riesgo tanto para los trabajadores como para los usuarios de las carreteras. Las máquinas quitanieves o los vehículos de auscultación que se desplazan a baja velocidad podrían incorporar estos atenuadores. En ocasiones es difícil avisar a los conductores de la presencia de esos vehículos, o pueden producirse distracciones que terminen en una colisión. Esos amortiguadores de impacto «perdonan» al conductor distraído o imprudente, y salvan a los trabajadores ocupantes de esos vehículos.

Otro uso que pueden tener esos amortiguadores es el de ir acoplados a un «vehículo pantalla». Se trata de un vehículo que protege a los trabajadores que se encuentren en la calzada o sus proximidades realizando una actividad que se desplaza a lo largo de una carretera. Si sólo fuera un vehículo sin un atenuador, y se produjera un alcance podría dañar al conductor del vehículo que impacta, pero también al del trabajador que se encuentra dentro del vehículo alcanzado.

Existen atenuadores que se pueden acoplar desde a vehículos pesados a furgonetas o camiones ligeros.

Es una medida que desde hace años se ha ido implantando en di-



Prueba de un atenuador. Foto Traffix Devices Inc.

versos países, pero que aún no ha tenido gran predicamento en el nuestro. Ciertamente, no se puede decir que sean benévolos con los conductores de motocicleta, pero no se puede decir que agraven la circunstancia de un choque contra un camión o furgoneta sin esa protección.

### Conclusiones

Se podría afirmar que existe un cierto culto, en ocasiones desmedido, a la innovación. Se llega a extremos exagerados de introducir «gadgets» u otros elementos de indiscutible mérito tecnológico, pero de más que dudosa eficacia. Y ciertamente, para los técnicos es difícil substraerse a algunos cantos de sirena, máxime cuando hay un cierto furor por la I+D, por la «innovación por la innovación» o por la prevalencia de lo «novedoso». La seguridad de las carreteras no debería ser nunca objeto de frivolidades tecnológicas. Aun a riesgo de parecer pretencioso, se puede convenir que la falta de visibilidad de las señales y de las marcas viales un determinado número de días al año y de forma recurrente, es una situación de gravedad objetiva, que es urgente corregir. Las técnicas que se han señalado pueden ser una solución, pero eso sí, es necesario realizar pruebas rigurosas de su eficacia.

La seguridad en los trabajos de conservación suele presentar un doble aspecto: la de los trabajadores y

la de los usuarios. Los atenuadores de impacto, aunque su implantación en otros países data de algunas decenas de años, aún son escasos en nuestras redes. El elevado número de actuaciones en las vías, y la necesidad de una protección efectiva para los trabajadores que, a su vez sea benigna con un posible conductor distraído, hacen de los atenuadores de impacto móviles un instrumento de mejora clara de las condiciones de seguridad objetiva.

### Bibliografía

Woltman, H.L. 1965. A Study of Dew and Frost Formation on Retroreflectors. Highway Research Record, 70. Washington, D.C.

Hildebrand, E., Bergin T. Traffic Sign Retroreflectivity And The Canadian Environment. CITE Conference, Moncton - junio 2004

Hautière N., Dumont E., Brémont R., Ledoux V. Review of the Mechanisms of Visibility Reduction by Rain and Wet Road.

[perso.lpc.fr/hautiere.nicolas/pdf/2009/hautiere-isa109.pdf](http://perso.lpc.fr/hautiere.nicolas/pdf/2009/hautiere-isa109.pdf)

Jensen, J.J. et al. Dew on Road Signs. Notat 29 Lys & Optik. Lyngby, Dinamarca junio 1993.

Informe sobre el «Fenómeno de la Condensación en Señales de Tráfico». Instituto de Seguridad Vial y Protección Personal. Fundación 3M. Madrid, marzo 2001. ■

# 3M Elementos Ópticos

All Weather Paint AWP y All Weather Thermoplastic AWT



## Una marca vial **más visible,** incluso **bajo la lluvia**

Con lluvia las marcas viales prácticamente desaparecen bajo el agua. **Los nuevos Elementos Ópticos de 3M son la solución para este problema**, porque añadidos a la pintura, en la proporción conveniente, aseguran los mayores niveles de retrorreflexión tanto en seco, como en mojado. Están diseñados para dos tipos de marcas viales:

### 3M AWP All Weather Paint

Combinados con la pintura acrílica recomendada y microesferas de vidrio, en las proporciones especificadas, potencian la retrorreflexión de las marcas viales, bajo cualquier circunstancia climática.

### 3M AWT All Weather Thermoplastic

Combinados con el termoplástico recomendado, proporcionan una marca vial, de alta visibilidad en todas las condiciones climatológicas, y de larga durabilidad.

**Los Elementos Ópticos de 3M también están disponibles para marca vial de obra.**

# La accidentalidad en conservación



**Pablo Sáez Villar**, ICCP y Miembro del Comité C6 Conservación, Gestión y Vialidad Invernal de la ATC.

## Resumen

El sector de la conservación de carreteras posee una serie de características que lo diferencian, de forma clara, del sector de la construcción. Las actividades propias de cada sector son distintas.

En la actualidad no existen datos sobre accidentalidad en conservación, sino que los datos sobre accidentalidad en el sector de la construcción engloban a los de conservación, por lo cual, parece necesario establecer una metodología común, para las empresas de conservación, en la toma de datos de los accidentes acaecidos.

En este artículo se expone la iniciativa seguida por ACEX, desde del año 2005, que pretende fomentar el conocimiento y buenas prácticas en materia de seguridad dentro de la conservación de infraestructuras.

En este sentido, y más en concreto centrado en la seguridad vial y labo-

ral, la asociación organiza cada año el Premio Nacional ACEX a la Seguridad en Conservación, el cual se trata en una breve entrevista.

**Palabras clave:** accidentalidad, conservación, índices de frecuencia, incidencia, gravedad y duración media.

## 1. Introducción

El sector de la conservación de carreteras posee una serie de características propias que lo diferencian, de forma clara, del sector de la construcción. Esta es una afirmación que realizan las empresas que centran su actividad en la conservación de las infraestructuras, y en concreto en la conservación de las carreteras, aseveración que es compartida también por la asociación que las reúne y representa, ACEX, que viene demandando desde hace años la diferenciación de este sector.

Así, la propia naturaleza de las actividades que se ejecutan en la conservación de carreteras, la duración de las mismas, la reducción al mínimo de las restricciones al tráfico mien-

tras se realiza una gran mayoría de las operaciones de conservación, la movilidad de dichas operaciones, el porcentaje de mano de obra que se utiliza en su ejecución, etc., abundan en la diferenciación entre los sectores de conservación y de construcción.

No obstante, los datos sobre accidentalidad en el sector de la construcción engloban los datos de accidentalidad en el sector de conservación, no existiendo documento alguno en el que queden diferenciados los índices de accidentalidad de la conservación, mientras que sí existe abundante información sobre la accidentalidad del sector de construcción.

Dado que los datos individuales recogidos por las diferentes empresas de conservación, en lo relativo a accidentes, no siguen una misma metodología en su toma de datos, lo que impide poder unificarlos, parece conveniente establecer una metodología común en la toma de datos de los accidentes acaecidos, de tal forma que, una vez cumplimentada por las empresas de conservación, nos permita establecer los índices de fre-

EMPRESA:  ACEX

RELACION MENSUAL DE ACCIDENTES DE TRABAJOS, CON O SIN BAJA

OSBA:

CLAVE:

MES:

Nº accidentes, con baja, en jornada laboral en el mes:	(a)
Nº accidentes, con baja, en "in itinere" en el mes:	(b)
Nº TOTAL de accidentes, con baja, en el mes: #VALORES:	(a+b)
Nº Trabajadores en el mes:	
Nº horas trabajadas en el mes:	
Jornadas no trabajadas en el mes:	

Orden	Identificación persona accidentada					Identificación de la actividad		Datos administrativos					Identificación del accidente																
	Número de orden	Apellidos	(6)	Nombre	DNI	Edad	Empresa	Antigüedad	(1)	Empresas	(2)	Centro de trabajo	Puesto de trabajo	Tipo de trabajo	Antigüedad de obra	(3)	Fecha accidente	Resultado	(4)	Fecha baja	Fecha alta	Jornadas laborales no trabajadas en el mes	(5)	Forma de lesión	Tipo de lesión	Zona afectada	Gravedad		
1																													
2																													
3																													
4																													
5																													
6																													
7																													
8																													
9																													
10																													
11																													
12																													
13																													
14																													
15																													

NOTA: El número TOTAL de accidentes en el mes será la suma de los accidentes ocurridos en el mes, incluyendo los que se produzcan en in itinere

(a) Aparecerán en primer término los accidentes de meses anteriores cuyos alta aún no se haya producido

(1) Escribir 1 si pertenece a la empresa contratista, 2 si pertenece a una empresa subcontratista y 3 si es un trabajador autónomo

(2) Se indicará el número de años, con dos dígitos, y seguidamente el número de meses, separados por un guión. Ejemplo año y medio: 01 - 06

(3) Escribir 1 si es una conservación, 2 si obra civil y 3 si obra de edificación

(4) Escribir el alta en número

(5) Escribir una R en caso de que se trate de una recaida

(6) Escribir una X en caso de que se trate de un accidente in itinere

(7) Caso de que se trate de un accidente sin baja médica se indicará con las iniciales SBM

(8) Antálogo comentario que el expresado en el apartado (7). Caso de que el alta se produzca en otro mes distinto, se deberá sin referir esta celda. Adicionalmente en la hoja del mes o meses siguientes aparecerán en la relación de accidentes el nombre del trabajador, la fecha de la baja y la del alta cuando se produzca

(9) Se contabilizarán las jornadas no trabajadas en el mes de referencia por accidentes o recidas de los mismos (no se contabilizarán los de "in itinere"). Se obtienen por diferencia entre la fecha de baja y la de alta si ambas se producen en el mismo mes, o las resultantes desde la fecha de baja hasta fin de mes si el alta no se produce en dicho mes. Los festivos también se contabilizarán. Caso de que un trabajador inicie el mes de baja se contabilizarán las jornadas del mes con que se realiza la Relación mensual de accidentes hasta la fecha del alta

(10) Escribir: C (caída de persona al mismo o distinto nivel), D (desplome o demarcamiento, salida de objetos en manipulación o desprendimiento), H (herramientas y equipos: picadas sobre objetos, golpes por objetos o herramientas, proyección de fragmentos o partículas, choques contra objetos, atrapamientos por o entre objetos), contactos térmicos o eléctricos, V (vehículos: atrapamiento por vuelco de vehículos, atropellos o golpes por vehículos), S (sobreesfuerzos), P (patologías no traumáticas: infartos, derrames cerebrales, ... siempre que tengan lugar en la jornada de trabajo o in itinere), O (otras)

(11) Escribir: F (caída de fracturas), E (torcedura, esguince o distensión), L (lumbalgias), TI (conmoción o traumatismo interno), OH (otras heridas), C (contusión o aplastamientos), CEX (torques extraños), ELEC (efectos de la electricidad), LM (lesiones múltiples) u OT (en otros tipos)

(12) Escribir: C, caso de estar afectada la cabeza (cráneo, cara, ojos...), T si el tronco (cuello, tórax, espalda, abdomen, región lumbal...), L si miembros superiores (manos, brazos) o M si miembros inferiores (pies, piernas)

(13) Escribir L, si el accidente se puede considerar leve, G, si la consideración es de grave y M, en caso de fallecimiento

Figura 1.

cuencia, de incidencia, de duración media de baja,... propios y característicos del sector de la conservación. Y posteriormente poder comparar los citados índices con los del sector de la construcción, estableciendo las diferencias entre ambos.

El número de trabajadores que en la actualidad se dedica a la conservación de carreteras se puede fijar en el entorno de los 10 500. De ellos más de 9 000 en las empresas asociadas en ACEX. Por lo que centrar esta actividad de unificación de criterios y establecimiento de la metodología que se siga en esta asociación es algo necesario.

El establecimiento de las peculiaridades del sector de la conservación no sólo nos va a servir para que quede clara su diferencia con el sector de construcción, sino lo que es mucho más importante, nos permitirá, en primer lugar, conocer la naturaleza específica de los riesgos inherentes a la actividad de conservación, los más habituales y los más peligrosos. Esto nos permitirá establecer las protecciones

colectivas más eficaces y las protecciones individuales cuando éstas sean necesarias. Se podrá establecer una acción formativa tendente a que los trabajadores conozcan y comprendan los riesgos propios de su actividad, así como a minimizar tanto la probabilidad de su ocurrencia como el nivel de daño de los mismos.

Es decir a establecer una metodología específica de prevención de la accidentalidad en conservación.

Además la Directiva 2008/96/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre gestión de la seguridad de las infraestructuras viarias establece en sus consideraciones iniciales que la investigación es un instrumento esencial en la mejora de la seguridad en las carreteras: "con vistas a la mejora de la seguridad en las carreteras de la Unión Europea, se debe crear un sistema de intercambio más frecuente y coherente de las mejores prácticas entre los Estados miembros". A tal fin se establece en su artículo 10 que "la Comisión deberá establecer un sistema coherente pa-

ra el intercambio de mejores prácticas entre los Estados miembros".

A fin de colaborar en esta línea, en este artículo se presenta la iniciativa seguida por la Asociación de empresas de conservación y explotación de infraestructuras, ACEX, desde el año 2005, que pretende precisamente ese objetivo de fomentar el conocimiento e intercambio de buenas prácticas en el mundo de la seguridad dentro de la conservación de las infraestructuras.

## 2. Establecimiento de una base común para la toma de datos de los accidentes en conservación de carreteras

Se ha establecido un documento de trabajo que pretende ser una base común de la metodología a seguir para poder conocer de forma uniforme los accidentes del sector, y que nos puede servir como base de referencia para el establecimiento de una metodología que permita cono-

cer la causalidad de los accidentes en la conservación (ver figura).

Este documento de trabajo se ha elaborado en el seno de la Comisión de Prevención de ACEX, constituida a principio del año 2009 como uno de los grupos de trabajo de las empresas de conservación.

### 3. Valores medios del sector de conservación

A principio del año 2010 se solicitó a las empresas asociadas en ACEX que remitiesen los datos de accidentalidad de los años 2008 y 2009 conforme a la plantilla elaborada.

Desde finales del mes de marzo y durante los meses de abril y mayo se han ido recibiendo en la Asociación los datos de las empresas. La recepción de datos se ha cerrado a finales del mes de mayo.

La metodología seguida para obtener el índice general del sector de la conservación ha sido afectar cada indicador de accidentalidad, remitido por cada empresa, de un coeficiente que cuantifica el peso relativo de dicha empresa en el sector, en función del número de sus trabajadores, que se recogen en la Memoria de ACEX del año 2009, y que alcanza un total de 9 240 trabajadores.

Se han obtenido datos del 73,44% del sector, lo que supone un número de 6 786 trabajadores.

Cabe señalar, además, que se han recibido datos de las cinco empresas con mayor número de trabajadores del sector, que suponen el 51,34% del total, y de ocho de las diez empresas con mayor número de trabajadores, lo que supone el 62,54% del sector.

Teniendo en cuenta que el volumen de contratación de las empresas asociadas en ACEX supera el 85% del total de la inversión en conservación de carreteras en nuestro país, podemos concluir que estos datos son extrapolables al sector de la conservación en España.

Se han considerado, en el análisis de la accidentalidad, los índices que habitualmente se emplean en el sector de la construcción, de tal forma que

### Accidentalidad de los sectores de construcción y de conservación.

#### Datos del año 2008

		Construcción	Conservación
Índice de Incidencia	II	108,53	107,60
Índice de Frecuencia	IF	62,40	41,41
Índice de Gravedad	IG	1,35	4,68
Índice de Duración			
Media de las Bajas	DMB	21,70	29,12

Tabla 1.

### Accidentalidad del sector de conservación.

#### Datos de los años 2008 y 2009

		2008	2009
Índice de Incidencia	II	107,60	95,22
Índice de Frecuencia	IF	41,41	36,01
Índice de Gravedad	IG	4,68	5,19
Índice de Duración			
Media de las Bajas	DMB	29,12	25,32

Tabla 1.

se pueda establecer una correlación y comparación entre un sector y otro.

Los índices considerados han sido los siguientes:

■ **Índice de incidencia (II):**

$n^{\circ}$  de accidentados  $\times 10^3/n^{\circ}$  medio de trabajadores

■ **Índice de frecuencia (IF):**

$n^{\circ}$  accidentes  $\times 10^6/n^{\circ}$  de horas trabajadas

■ **Índice de gravedad (IG):**

$n^{\circ}$  de días baja  $\times 10^3/n^{\circ}$  de horas trabajadas

■ **Índice duración media de las bajas (DMB):**

$n^{\circ}$  de días con baja médica/ $n^{\circ}$  de accidentes con baja médica

Dado que en el momento de redacción de este documento los últimos índices publicados sobre accidentalidad del sector de construcción en España son los correspondientes al año 2008, se toman los datos de accidentalidad de las empresas de conservación correspondientes a ese ejercicio, a fin de poder establecer una correlación y comparación entre ambos sectores, en periodos homogéneos.

Los valores obtenidos para cada uno de estos índices en el sector de conservación, correspondientes al año 2008, son los recogidos en la *tabla 1*.

Se adjunta, igualmente, la evolución de la accidentalidad en el sector de conservación en los años 2008 y 2009, y que son los recogidos en la *tabla 1*.

### 4. Comparación de los valores medios del sector de conservación y el de construcción. Diferencias básicas entre ambos sectores

Los datos de accidentalidad del sector de la construcción se encuentran recogidos desde hace años no sólo de forma global, sino que también son conocidos los valores en el ámbito regional.

En este documento nos vamos a centrar en los valores de los diversos indicadores con carácter global, pues esto nos permitirá comparar los valores del sector de la conservación, obtenidos en el apartado anterior, con los del sector de la construcción.

#### 4.1. Comparación del índice de incidencia del sector de construcción y del sector de conservación.

Este índice cuantifica el número de trabajadores accidentados sobre la plantilla media de la empresa. Se utiliza cuando no se dispone de información sobre las horas realmente trabajadas.

Es preferible el empleo del Índice de Frecuencia, pues aporta una información más precisa. No obstante, se puede concluir que un valor más elevado del índice indicaría que los trabajadores sufren mayor número de accidentes, sin evaluar la gravedad de los mismos.



El Índice de Incidencia (II) global obtenido para el sector de conservación es inferior al que se produce en el sector de construcción (107,60 frente a 108,53).

Esto indica que en el sector de conservación la accidentalidad que tienen los trabajadores es menor que en el sector de construcción, pese a que en conservación no se da la especialización en la ejecución de actividades. Es decir, es habitual que un trabajador de una empresa constructora realice una misma actividad a lo largo de todo el año, por ejemplo en la puesta en obra de mezcla asfáltica o la conducción de un camión, mientras que en la conservación un mismo trabajador realiza a lo largo del año operaciones de diversa naturaleza, por ejemplo la conducción de un camión quitanieves en periodo invernal, la conducción de un tractor desbrozador en primavera, el manejo de una máquina de hinca para postes de barrera, la ejecución de saneo de blandones, etc.

No obstante, el hecho de que en conservación se obtenga un valor del índice de incidencia menor, mantiene la pauta ya conocida de que las empresas con menor número de trabajadores poseen un valor de este índice menor que las empresas con gran número de trabajadores, y las empresas de conservación tienen de media menor número de trabajadores que las de construcción.

#### **4.2. Comparación del índice de frecuencia del sector de construc-**

#### **ción y del sector de conservación.**

Ya hemos comentado que este índice aporta mayor información que el de incidencia, pues en él se recoge el número total de horas trabajadas, es decir el grado de exposición real que sufren los trabajadores.

A menor valor del índice de frecuencia, menor es el riesgo de que produzca un accidente en la actividad, y ésta es la situación que se da en el sector de conservación.

El Índice de Frecuencia (IF) global obtenido para el sector de conservación es muy inferior al que se produce en el sector de construcción (41,41 frente a 62,40).

Esto no hace sino confirmar la opinión que se viene manteniendo por nuestra asociación en diversos foros, que nos encontramos ante una actividad, la de conservación, en la que se producen pocos accidentes comparados con el sector de construcción, sobre la base de las horas totales trabajadas.

#### **4.3. Comparación del índice de gravedad del sector de construcción y del sector de conservación.**

Este índice cuantifica el número de días de actividad perdidos por los accidentes acaecidos, sobre la base de horas totales trabajadas.

El Índice de Gravedad (IG) global obtenido para el sector de conservación es muy superior al que se produce en el sector de construcción (4,68 frente a 1,35).

Previsiblemente las razones se en-

cuentren en la tipología de los accidentes acaecidos, y en el número de horas trabajadas, que son muy inferiores a las que realizan las empresas de construcción.

Con relación a la tipología, abordado sólo de forma parcial en los datos recibidos de las empresas de conservación, se puede concluir que la gran mayoría de los accidentes tienen su origen en lesiones músculo-esqueléticas leves, tales como sobre-esfuerzos dorso-lumbares, esguinces, etc., que generalmente tienen unos plazos de recuperación muy elevados, y difícil objetivación por parte del médico.

En construcción existe un claro interés por parte del trabajador en incorporarse a su centro de trabajo con la mayor rapidez posible, dado que buena parte de su sueldo está relacionada con el destajo de las unidades de obra, mientras que en conservación esa modalidad de productividad no se utiliza. Lo cual tampoco favorece la rápida incorporación. Y además la subrogación tampoco está facilitando la mejora de esta situación.

Sin duda, por la ley de grandes números, tal y como ya se ha comentado anteriormente, la diferencia de horas trabajadas en una empresa de construcción y una de conservación siempre lastra a ésta última.

#### **4.4. Comparación del índice de duración media de las bajas del sector de construcción y del sector de conservación.**

Este índice está relacionado con el índice de gravedad, son conceptos distintos pues en el de DMB se relacionan los días de baja con el número de accidentes, mientras que en el índice de gravedad la relación de los días de baja se realiza con el número de horas trabajadas.

El Índice de duración media de las bajas (DMB) global obtenido para el sector de conservación es algo superior al que se produce en el sector de construcción (29,12 frente a 21,70).

Es decir, la duración media de cada accidente de trabajo es algo superior en conservación que en construcción, pero cuando esta duración de la baja se compara con el número

ro de horas trabajadas por la totalidad de los empleados se amplifica la gravedad del sector de conservación.

### 4.5. Conclusiones globales

Nos encontramos ante un sector, como es el de la conservación, que debido a su especificidad se diferencia sustancialmente del sector de la construcción en lo que a índices de accidentalidad se refiere.

Globalmente el índice de incidencia es un poco menor que en construcción; sin embargo, si analizamos el índice de frecuencia, de mayor valor en el análisis, la diferencia entre ambos sectores es mucho mayor, obteniendo un valor inferior en el sector de la conservación.

Dado el tipo de lesiones, que conlleva un plazo de recuperación mayor, se obtiene un valor del índice de gravedad muy superior en el sector de conservación, resaltando una vez más el contraste con la construcción.

Se puede considerar como elementos relevantes en este mismo sentido tanto la subrogación como que en conservación no se emplea la remuneración por destajo.

Por todo ello podemos concluir que la gravedad, frente a construcción es bastante mayor en conservación como nos "cantan" los números; y que se debe realizar una diferenciación y un tratamiento distinto al del sector de la construcción.

Claro es entonces el horizonte que se debe abordar; como primer paso el reconocimiento pleno del sector de la conservación con todo su abanico de especificidades. Es trascendental que una vez reconocido ese hecho diferencial, nos corresponde centrar los esfuerzos preventivos, dotarnos de una formación lo suficientemente amplia y específica para contener la gravedad que viene sufriendo el sector frente a su hermano constructor, pues con la formación reconocida actualmente se deja desprotegido al sector, al no recogerse en los contenidos, las actividades y riesgos más habituales, con el riesgo y el menoscabo que supone para una vigilancia de la salud eficaz y efectiva.

## El Premio Nacional ACEX a la Seguridad en la Conservación

*En febrero del año 2005 se publicaron las bases del I Premio Nacional ACEX a la Seguridad en Conservación. El fallo del Jurado de expertos, y entrega de los premios, tuvo lugar el día 28 de abril de ese mismo año, coincidiendo con el Día Mundial de la Seguridad y Salud en el Trabajo.*

*Para saber más sobre este premio y la importancia que tiene en el sector de la conservación, le preguntamos a D. Pablo Sáez Villar, Gerente de ACEX, quien nos concedió esta pequeña entrevista.*

### 1. ¿Cuál es la importancia de este premio?

El Premio Nacional ACEX constituye un evento de referencia en el sector de la conservación, que cuenta con una enorme acogida entre sus profesionales y una considerable repercusión mediática entre la prensa especializada en infraestructuras.

Se trata de un reconocimiento anual que desde la Asociación se hace a los profesionales, empresas y administraciones que desarrollan proyectos con una consecuencia positiva para la seguridad en nuestras infraestructuras.

La difusión de los trabajos presentados, con fines exclusivos de divulgación, formación o sensibilización, es uno de los aspectos fundamentales de este premio pues los aportes a la seguridad propuestos son ampliamente consultados por otras empresas que se sirven de las ideas de otros y las aplican a su organización, avanzando en la mejora de la seguridad, último objetivo de este premio.

De esta forma todos los trabajos presentados se publican en formato digital en la web de la asociación y permanecen en la página [www.acex.ws](http://www.acex.ws), para su consulta, pudiendo descargarse en cualquier momento.

### 2. ¿Qué objetivo persigue?

El objetivo del Premio Nacional ACEX a la Seguridad en Conservación es primeramente promover la cultura de la seguridad vial y la seguridad laboral en los trabajos de conservación y explotación de carreteras.

Este premio busca además incentivar a las empresas asociadas en ACEX, y al conjunto del sector de conservación en general, a la investigación y al fomento de buenas prácticas en materia de seguridad, en sus trabajos en carreteras.

Asimismo, trata de contribuir anualmente con su "granito de arena" a la disminución de esa lacra social que es la falta de seguridad en nuestras carreteras y otras infraestructuras, haciendo extensivo este aporte a la mejora de la seguridad laboral en los trabajos de conservación.

Y por último, reconocer públicamente los méritos y esfuerzos de todos aquellos que hayan desarrollado actividades, con resultados positivos, en el ámbito de la seguridad en carretera, persiguiendo estimular a otros a comprometerse con la línea de mejora de la seguridad y la búsqueda de la mejora continua.

### 3. ¿Qué tipo de premio se otorga?

El Premio está dividido en dos categorías:

**General**, que comprende a empresas, organismos, investigadores, trabajadores en carretera, medios de comunicación, etc.

**Asociados**, incluye a las empresas asociadas a ACEX y sus trabajadores.



D. Pablo Sáez Villar, Director Gerente de ACEX.

Cualquiera que pertenezca a una de las dos categorías, podrá participar bien individualmente o de forma colectiva.

De la votación pública realizada en Internet a través de nuestra página web ([www.acex.ws](http://www.acex.ws)) salen tres finalistas. Estos tres finalistas, por categoría, son evaluados por el jurado de expertos, que decide el mejor para cada una de las categorías. No obstante el jurado puede valorar un trabajo más, en cada una de las categorías, si lo considera adecuado, debido a su calidad. Todos los finalistas reciben, el día de la entrega del premio, una placa y diploma acreditativos del galardón.

Además, el premiado por el jurado expertos en la categoría general tiene un premio en metálico, que en la última edición ascendió a 4 000 euros, y el ganador en la categoría de asociados recibe el reconocimiento para la empresa y su trabajo se publica en prensa especializada.

El jurado de expertos está formado por representantes de entidades directamente relacionados con la seguridad en conservación de infraestructuras. El número de sus componentes con derecho a voto nunca será menor de nueve:

#### 4. ¿Desde qué año se otorga este premio?

En febrero del año 2005 se publicaron las bases del I Premio Nacional ACEX a la Seguridad en Conservación. El fallo del jurado de expertos, y entrega de los premios, tuvo lugar el día 28 de abril de ese mismo año, coincidiendo con el Día Mundial de la Seguridad y Salud en el Trabajo.

La idea de la Junta Directiva de ACEX de convocar este premio coincide en el tiempo con la iniciativa, que también en el año 2004 tiene la Dirección General de Energía y Transportes de la Comisión Europea, de lanzar la Carta Europea de Seguridad Vial, con la que se mantienen planteamientos comunes como son la potenciación y concienciación de las actividades preventivas de seguridad.

Desde ese año 2005, de forma continua, se han venido celebrando todos los años nuevas ediciones de dicho premio. Las bases que regulan la metodología a seguir en estos premios no han sufrido modificaciones significativas en este tiempo.

Hasta el año 2010, tras seis convocatorias, el número total de candidaturas presentadas ha sido de ochenta y tres, lo que supone casi catorce candidatos de media por cada convocatoria anual.

#### Premiados

Tras un análisis de las candidaturas de todas las ediciones del premio hasta el momento, se pueden extraer los siguientes datos:

El 35% de las candidaturas presentadas son proyectos de I+D+i, tanto del ámbito general de la conservación como de la investigación aplicada a al infraestructura.

El 28% de los trabajos presentados corresponden a actividades preventivas, de ámbito general o con carácter

específico para una operación de conservación en concreto.

El 25% de los proyectos son propuestas de actuación centradas en situaciones específicas en maquinaria, operarios o en operaciones de conservación.

El resto se reparten entre proyectos de formación y otras iniciativas.



La foto recoge el momento de la entrega, a cargo de D. Aureliano López Heredia, Director General de Carreteras, de la Mención Honorífica del VI Premio Nacional ACEX a Dña. María del Rosario Comejo Arribas, Subdirectora General de Conservación y Explotación del Ministerio de Fomento.

#### Mención Honorífica

Otro aspecto fundamental de este premio es la mención honorífica que la Junta Directiva otorga a aquellas entidades o colectivos destacados por sus méritos y su contribución a la seguridad. Hasta el momento ha sido otorgada al *Cuerpo de Camineros del Estado*, por sus más de doscientos años de dedicación a las tareas de construcción, conservación, explotación, vialidad invernal y seguridad vial de las carreteras estatales y por su condición de agentes de la autoridad; a la *Agrupación de Tráfico de la Guardia Civil* por toda una vida de entrega a la seguridad en la carretera y colaboración con las empresas de conservación; a los *ingenieros encargados de la conservación en la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento* por su esfuerzo personal en la mejora continua de la seguridad vial en las carreteras del Estado y en la optimización de la gestión de la red viaria; a la plataforma ciudadana "*Ponle Freno*" promovida por Antena 3 y *Onda Cero*, por su actividad y esfuerzo en la realización de campañas específicas dirigidas a la sociedad, que logran hacer realidad el principio de que la seguridad vial es cosa de todos, y a la *Campaña de vialidad invernal 2009-2010, de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento*, que en los severos temporales de hielo y nieve mantuvo en todo momento las condiciones óptimas de seguridad y movilidad de la Red de Carreteras del Estado, destacando especialmente su notable labor de coordinación y apoyo con el resto de Administraciones autonómicas y locales. ■



## **El mundo ha cambiado. Nosotros también.**

Nace una nueva marca. Ineco y Tifsa se fusionan para enfrentarse a grandes retos, ampliando el espectro de oportunidades de la ingeniería española, abanderando su prestigio internacional. Un Ineco donde confluyen talento, ideas e innovación y donde la autoexigencia es toda una filosofía de vida. Un nuevo nombre con una amplia perspectiva del mundo y un solo objetivo: sumar fuerzas para llegar aún más lejos.

**ineco**

[www.ineco.es](http://www.ineco.es)

# Análisis sobre el desarrollo actual de los soportes informáticos de los sistemas de gestión de carreteras



Comité C6 Conservación, Gestión y Vialidad Invernal de la ATC. Grupo de trabajo "Inventarios": **Carlos Sánchez Macías**, AUDECA; **Antonio Tocino de la Iglesia**, FERROSER; y **Rafael Rodríguez López**, ELSAN.

## Resumen

**C**on este estudio se ha tratado de dar una visión global de cuál es el desarrollo actual del soporte informático de los diferentes sistemas de gestión de carreteras, y en especial de aquéllos que se basan en lo establecido en el "Sistema de Gestión de las Actividades de Conservación Ordinaria y Ayuda a la Vialidad", también denominado "GSM".

**Palabras clave:** GSM, GIS, inventario, soporte informático, TERE.

**L**os objetivos fundamentales que se persiguen cuando se planifica, proyecta y construye una carretera es que durante toda su vida útil, sobre todo durante su fase de explotación, esta sea segura, fluida, cómoda; y todo ello, con el mínimo coste global para la comunidad.

Para conseguir los objetivos fundamentales de la explotación de la carretera, **prestación del servicio y preservación del patrimonio**, hay que desarrollar un conjunto de actividades que se pueden agrupar en:

■ **Actividades de ayuda a la vialidad:** Son actividades destinadas a facilitar, o en su caso hacer posible, la circulación de los vehículos en la infraestructura en condiciones adecuadas de seguridad y fluidez. Son ejemplos de este tipo de actividades la retirada de nieve de la calzada, los tra-

tamientos preventivos antihielo, la limpieza de vertidos accidentales, la atención a accidentes e incidentes, etc.

■ **Actividades de conservación ordinaria:** Son actividades encaminadas a retrasar todo lo posible el proceso de degradación de las características funcionales o estructurales de los elementos de la carretera, y a corregir los impactos negativos del entorno que, sin suponer degradación de los elementos, también impiden o dificultan la correcta realización de su función. Son ejemplos de este tipo de actividades el repintado de las barandillas, el sellado de grietas en los firmes, el riego de las plantaciones, etc.

■ **Actividades de rehabilitación y mejora de los elementos:** Se suelen también denominar de conservación extraordinaria. Son actividades encaminadas a poner en situación inicial

las características de los elementos de la carretera o, en su caso, a mejorar los estándares iniciales. Como ejemplos típicos podemos enunciar: la rehabilitación estructural de firmes, la renovación de la señalización, etc.

■ **Actividades de mejora de las condiciones funcionales:** Son actuaciones más o menos locales destinadas a mejorar las condiciones de seguridad o a corregir funcionamientos y situaciones anómalas. Ejemplos de estas actividades pueden ser: correcciones locales del trazado en planta o alzado, mejora de intersecciones o enlaces, reordenación de accesos, etc.

■ **Actividades de uso y defensa de la carretera:** Bajo esta denominación se engloban las actividades de vigilancia y regulación del uso de las zonas de influencia de la carretera, las de regulación de áreas de servicio, etc.

Para realizar todas estas actividades es necesario realizar una programación exhaustiva de las mismas, de tal forma que nos aseguremos que se realizarán con la periodicidad óptima, en las épocas más idóneas, con los medios necesarios y además con la menor afección posible a la circulación.

Para lograr dicho objetivo es necesario conocer muy bien la carretera, y por extensión todos los elementos que forman parte de la misma, y las operaciones de conservación que se deben realizar sobre dichos elementos, es decir tenemos que ser capaces de dar respuesta a las siguientes preguntas:

1. ¿Qué tenemos que conservar? Necesitamos conocer todos y cada uno de los elementos que forman parte del todo a conservar y, además, qué cantidad de cada uno de ellos hay.

2. ¿En qué estado está cada uno de esos elementos? Es necesario conocer el estado de cada elemento en el momento de iniciar su conservación, y cuál sería el estándar mínimo de calidad deseable que debería tener durante toda su vida útil.

3. ¿Qué operaciones de conservación y en qué periodos y plazos de

tiempo deberían realizarse para garantizar que, durante toda su vida útil, todos y cada uno de los elementos que la forman, y por suma de los mismos “la carretera”, van a estar por encima de los estándares mínimos deseables?

No cabe duda de que para dar respuesta de manera eficaz a todas estas preguntas, desde las diferentes administraciones de carreteras se ha tratado de sistematizar todo lo posible la explotación de la misma, y esto ha dado lugar a la aparición de diferentes manuales de conservación y explotación de carreteras.

El Ministerio de Fomento publicó en 1996 el manual denominado “Sistema de Gestión de las Actividades de Conservación Ordinaria y Ayuda a la Vialidad”, también denominado “GSM”, cuyo fin es el de sistematizar la ejecución de los dos primeros grupos de operaciones a realizar sobre la carretera en su fase de explotación.

En este manual se establece como parte fundamental del sistema de gestión el denominado “inventario de elementos tipificados”; y en él se establecen una serie de fichas que permiten inventariar todos y cada uno de los elementos que forman parte de la carretera, tanto de manera cuantitativa como cualitativa. No se diseña ni establece ningún soporte informático común para gestionar dicho inventario, pero sí se dan las pautas necesarias para poder intercambiar la información entre diferentes sistemas mediante ficheros \*.txt.

El Sistema de Gestión GSM no se limita solamente a establecer los criterios para realizar los inventarios, sino que establece cómo han de realizarse y con qué periodicidad hay que actualizarlos. También establece las operaciones a realizar sobre los mismos, cómo reflejarlas en diferentes partes, cómo realizar las inspecciones periódicas, los indicadores que nos aseguren que se logran los estándares de calidad establecidos y, en general, todo lo necesario para llevar a cabo de forma sistemática las actividades de conservación ordinaria y ayuda a la vialidad.

Como ya hemos comentado la GSM no fija un soporte informático único para este sistema de gestión. Esta circunstancia ha dado lugar a la proliferación de diferentes soportes informáticos los cuales, bien integrados en un sistema de gestión capaz de dar respuesta global a la sistematización planteada en la GSM, bien con soportes independientes para cada necesidad planteada (inventario, tratamiento de los diferentes partes, agenda de información de estado, catálogo de operaciones, etc.), que hacen muy difícil, por no decir imposible, el tratamiento conjunto de los datos de un mismo itinerario, de diferentes provincias y en ocasiones de diferentes sectores de conservación de una misma provincia.

El Comité de Conservación, Gestión y Vialidad Invernal de la A.T.C., consciente de la necesidad de unificar el soporte informático que albergue en el futuro a la “GSM”, constituyó un grupo de trabajo denominado de “Inventarios” con el objetivo de analizar cuál era el grado de desarrollo actual del soporte informático de la “GSM” y, en especial, del soporte informático de los “inventarios”.

A partir de este punto vamos a tratar de resumir cuál ha sido la metodología de trabajo seguida por el “grupo de trabajo sobre inventarios” para lograr dicho fin, cuales han sido los datos obtenidos; y cuál es la recomendación que el grupo somete al comité sobre el soporte informático de los inventarios necesarios para el desarrollo de las operaciones de conservación ordinaria y ayuda a la vialidad con la metodología fijada en la GSM.

La metodología seguida para la realización del estudio se resume en los siguientes puntos:

1. Recopilación de información sobre la implantación de los inventarios y su grado de automatización en su actualización, mediante cuestionario dirigido a los responsables de conservación de carreteras de las diferentes Administraciones públicas y empresas de conservación. Para ello, y como paso previo, el grupo de traba-



Toma de datos de inventario mediante PDA.

jo definió los parámetros a analizar y redactó el correspondiente cuestionario.

2. Análisis y homogeneización de la información recibida, con el fin de obtener una fotografía lo más real posible del estado de los inventarios en el momento actual.

3. Análisis de los diferentes sistemas informáticos para la realización y actualización de inventarios de implantación a nivel nacional, con el fin de ver las ventajas e inconvenientes que presentan cada uno de ellos con respecto al objeto de trabajo

4. A la vista de los estudios anteriores, tratar de definir las características mínimas que debería de reunir un sistema informático de inventario, y su interrelación con las diferentes bases de datos de manejo habitual en la conservación, incluso redefiniendo si fuera necesario las codificaciones de elementos de la carretera, de las operaciones a realizar sobre los mismos, etc., de tal forma que el sistema nos asegure la actualización lo mas automática posible del inventario, y su fácil exportación e integración en bases de datos convencionales para generar cualquier tipo de informe a nivel de itinerario, red, etc.

Una vez finalizada por el grupo de

trabajo “la encuesta sobre inventarios” y con el visto bueno del Comité, se procedió a enviarla a todos los sectores de conservación de la Red de Carreteras del Estado y a todos los responsables de conservación de las diferentes Comunidades Autónomas. Esto supuso realizar unos 200 envíos y para ello se emplearon dos procedimientos:

1. El 29 de junio de 2009 se procedió a enviar mediante correo electrónico la encuesta a todos los Jefes de Demarcación de Carreteras del Estado, adjuntando a dicho correo tanto la propia encuesta como una carta de presentación del Presidente del Comité en la que se solicitaba su colaboración y en la que se les informaba que en los próximos días se remitiría dicha encuesta a todos los Jefes de Conservación, Jefes de Unidad de Carreteras y Jefes Coex.

2. El 6 de julio de 2009, y a través de ACEX, se procedió a enviar dichas encuestas a todos los Jefes de Conservación de las empresas asociadas y a todos los responsables de conservación de las Comunidades Autónomas.

Después de varios intentos por tener el mayor número posible de respuestas se decidió cerrar el plazo de

recepción de las mismas el 2 de diciembre de 2009, obteniéndose un total de 95 respuestas al cuestionario planteado.

El cuestionario estaba compuesto de nueve preguntas principales y daba la opción de elegir entre varias respuestas a cada una de las cuestiones planteadas. Esta disposición facilitaba de forma considerable tanto las respuestas al mismo como el análisis de los datos por el grupo de trabajo. Las nueve preguntas formuladas fueron:

1. ¿Sobre qué tipo de software se soporta el inventario?

2. ¿Cómo se realiza la toma de datos inicial para el inventario?

3. ¿Cómo se realiza el mantenimiento del inventario a lo largo del tiempo?

4. ¿En su sistema de inventario se han implementado campos adicionales a los que aparecen en las fichas de inventario de la GSM?

5. ¿El sistema para la gestión del inventario está integrado en un sistema de gestión integral de la conservación?

6. ¿Qué tipo de arquitectura utiliza su sistema de inventario o gestión?

7. En el caso de utilizar cartografía para el sistema de inventario, ¿qué sistema de referenciación están utilizando?

8. Si el sistema de inventario que utilizan es para la gestión de carreteras distintas a la de la red de carreteras del Estado. Podría indicarnos:

a. ¿A qué Administración Pública pertenecen las carreteras gestionadas?

b. ¿Dicha Administración incluye en sus pliegos la obligatoriedad de gestionar el inventario con un sistema informático único o, por el contrario, deja libertad al adjudicatario a la hora de elegirlo siempre y cuando cumpla los requisitos que exige el Pliego?

9. ¿Podría indicarnos cuál es su grado de satisfacción con respecto al soporte informático para el inventario que está utilizando?

También se solicitaba que se nos

enviaran las características o los manuales de los diferentes soportes informáticos empleados, tanto para los inventarios como para el sistema de gestión si se disponía de él.

## Análisis de las respuestas recibidas

Una vez ordenadas y comprobadas las respuestas recibidas sólo se consideraron válidas 68 de ellas, ya que el resto se comprobó que estaban repetidas.

Por lo que respecta a las características solicitadas sobre los soportes informáticos de los inventarios o sistemas de gestión, sólo se han recibido tres respuestas, siendo dos de sistemas informáticos comerciales y una del sistema desarrollado por la Unidad de Carreteras de Teruel para el Ministerio de Fomento (TEREX).

De las 68 respuestas válidas, 58 se corresponden con sectores de conservación del Ministerio de Fomento, 2 son de autopistas en régimen de concesión y el resto son de carreteras autonómicas.

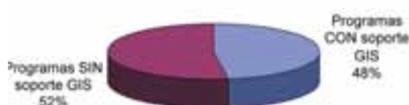
De las respuestas obtenidas se deduce que aproximadamente el 50% de los sistemas informáticos que soportan el inventario son de desarrollo propio de la administración o de empresas encargadas de la conservación, y el otro 50% son desarrollos comerciales.

### PROCEDENCIA DE LOS PROGRAMAS

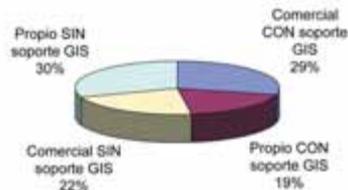


Una distribución muy parecida se da con respecto al empleo de soporte GIS para el inventario, o no.

### SOPORTE DE LOS PROGRAMAS



### TIPO DE SOFTWARE INVENTARIOS

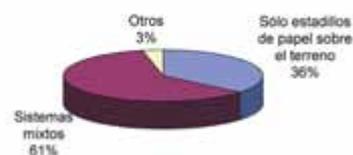


Con respecto a la toma de datos inicial para el establecimiento de dichos inventarios se observa que la realizada mediante "estadillos en papel sobre el terreno" sigue siendo de utilización habitual por todos los sistemas aunque cada vez van teniendo más peso la toma de datos con estadillos electrónicos (PDA), videoinventarios con referenciación kilométrica, cartografía específica para el sector, etc.

Dado que las opciones planteadas no son excluyentes, los resultados obtenidos muestran el porcentaje, respecto del total, de métodos empleados al inicio de un contrato para la toma del inventario.

Método	% s/Total
Mediante estadillos en soporte papel sobre el terreno	93,44%
Mediante estadillos en soporte informático sobre el terreno: PDA, PC portátil	24,59%
Cartografía específica para el contrato	36,07%
Video inventario sincronizado con referencias kilométricas	45,90%
Mediante estadillos en soporte informático sobre el terreno: PDA, PC portátil + GPS	14,75%
Otros sistemas	0,00%

### SISTEMAS PARA REALIZAR LA TOMA DE DATOS

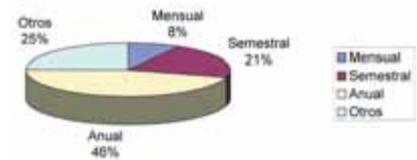


El videoinventario tiene una implantación bastante considerable (45,90%), seguido del apoyo en una cartografía específica del tramo (36,07%), y empiezan a tener importancia, en esta fase inicial, los equipos informáticos como las PDA (24,59%).

Por lo que respecta al mantenimiento y actualización de los inventarios a lo largo del tiempo, y al igual que sucede en la cuestión anterior, las opciones planteadas no son excluyentes; por lo tanto, los resultados obtenidos

muestran el porcentaje, respecto del total, de los métodos empleados.

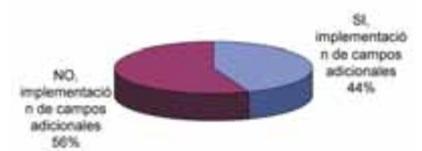
### MANTENIMIENTO PERIODICO DEL INVENTARIO



Método	% s/Total
Mantenimiento periódico por los mismos métodos que la fase inicial y por reconocimiento de estado	78,69%
En tiempo real mediante los partes de vigilancia, incidencias y operaciones	63,93%
Otros sistemas	8,20%

La pregunta 4 hacía referencia a la necesidad de implementar los campos recogidos en las fichas de la GSM sobre inventarios, y su objeto era poder detectar necesidades de actualización de las mismas; las respuestas a esta pregunta se han distribuido así:

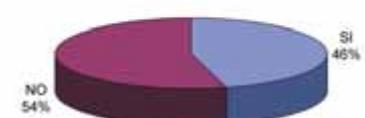
### IMPLEMENTACIÓN DE CAMPOS ADICIONALES A LOS DE LA GSM



El amplio porcentaje de contratos en los que se han implementado campos adicionales a los que aparecen en las fichas de la G.S.M. abre una nueva línea de estudio, que consistiría en una revisión de las fichas del inventario para analizar cuáles serían las necesidades de creación de nuevas fichas y las de ampliación de las existentes.

Se observa que casi la mitad de los inventarios analizados forman parte de un sistema integrado de gestión de la conservación de acuerdo a lo establecido en la GSM. La distribución de las respuestas es la siguiente:

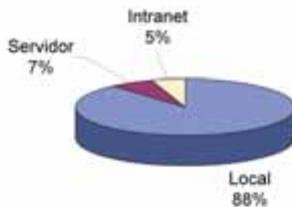
### INTEGRACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DEL INVENTARIO EN UN SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL



MODULOS DE GESTIÓN ADICIONALES	% s/Total
Tratamiento de partes: vigilancia, accidentes, incidencias, comunicaciones, etc.	67.86%
Obtención de indicadores	46.43%
Inventario de firmas	78.57%
Inventario de obras de fábrica	78.57%
Programación de los trabajos	35.71%
Seguimiento de los trabajos	46.43%
Catálogo de operaciones del centro con actualización en tiempo real	21.43%
Módulo de explotación	21.43%

Por lo que respecta al tipo de arquitectura empleada en los inventarios, la distribución es la siguiente:

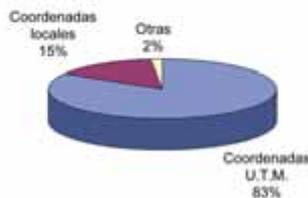
TIPO DE ARQUITECTURA EMPLEADA POR EL SISTEMA DE INVENTARIO Y/O GESTIÓN



Estos datos nos indican que en la mayoría de los sectores de conservación la información del inventario se localiza en un solo ordenador y, por tanto, la información no es compartida con otros usuarios del mismo centro ni tampoco puede ser consultada desde el exterior.

Si está bastante extendido que la referenciación de los elementos que forman parte del inventario sea mediante coordenadas U.T.M., lo que posibilita de forma mucho más sencilla su exportación a otros sistemas de gestión en caso de necesidad.

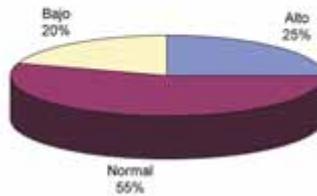
SISTEMAS DE COORDENADAS DE LOS INVENTARIOS APOYADOS EN TOPOGRAFÍA



Por lo que respecta al grado de satisfacción, se observa que el 80% de los encuestados están satisfechos o muy satisfechos con el programa empleado para la gestión del inventario. Para el restante 20% de encuestados, que no están satisfechos con el soporte informático empleado para el inventario, no se han hallado factores comunes a

todos ellos de los que se puedan inferir un determinado patrón de soporte.

GRADO DE SATISFACCIÓN CON EL SOPORTE INFORMÁTICO UTILIZADO PARA EL INVENTARIO



A la vista de estos resultados y de las observaciones y comentarios que figuran en las encuestas se puede concluir que:

- En general se reclama que se unifiquen, y en algún caso que se simplifiquen, los sistemas utilizados para soportar el inventario, ya que hay grandes diferencias entre sectores de una misma provincia y provincias de una misma Demarcación, y como consecuencia de ello, entre diferentes centros de trabajo de una misma empresa.

- En el 44% de las respuestas recibidas de la Red de Carreteras del Estado se hace referencia a que se han implementado las fichas de inventario que figuran en la GSM: lo que parece indicar que sería conveniente realizar una revisión de la misma.

- En cuanto a la utilización de soporte GIS para el inventario, éste se utiliza en el 46% de las encuestas recibidas de la Red de Carreteras del Estado.

- El grado de satisfacción de los usuarios con su sistema de inventario es normal o alto: lo que da idea de que aunque se utilizan más de 14 soportes diferentes con o sin GIS para los inventarios, además de varias bases de datos desarrolladas por los propios técnicos del sector, estos sistemas deben de ser bastante eficientes en general.

Como vimos anteriormente sólo se han recibido tres descripciones detalladas de los sistemas de gestión o de inventario utilizados por los encuestados: dos de ellos son programas comerciales y el tercero es el desarrollado por la Unidad de Carreteras de

Teruel del Ministerio de Fomento (TEREX).

Los dos primeros cumplen con todas las especificaciones definidas en la GSM, e incluso uno de ellos dispone de un módulo adaptado para determinar el grado de cumplimiento de los indicadores definidos en los pliegos de autovías de primera generación. Su implantación es muy pequeña, ya que uno de ellos se está empleando en cuatro sectores de conservación, pero sólo como módulo de inventario, y como sistema de gestión completo en una concesión de carreteras del Estado. El otro soporte tan sólo se emplea en un sector de conservación y sólo como soporte del inventario.

Por su parte, el TEREX se utiliza en 11 de los 58 sectores de conservación de la Red de Carreteras del Estado que han enviado encuestas, lo que le sitúa como el programa de gestión más utilizado.

Las principales ventajas que presenta este sistema de gestión de aplicación en la Red de Carreteras del Estado bajo nuestro punto de vista son:

1. Sistema totalmente adaptado a las necesidades de sistematización recogidas en la GSM.

2. Integración en un solo sistema de otros inventarios o informes específicos que se deben desarrollar en los contratos de conservación integral y que sirven para alimentar otros sistemas de gestión como el Sistema de Gestión de Firmas (SGF), Sistema de Gestión de Obras de Paso (SGP), etc.

3. Posibilidad real, mediante conexión a una plataforma web, de gestionar en tiempo real un sector de carreteras, una provincia, una demarcación o una red.

4. Posibilidad de gestionar de manera integral las flotas de vehículos de conservación mediante su localización en tiempo real a través de la plataforma web, y además sin necesidad de emplear grandes ordenadores ya que la localización se visualiza sobre Google Maps.

5. Sistema de gestión de uso público, ya que ha sido desarrollado por el Ministerio de Fomento. ■

# Un sistema de detección de fisuras mediante un vehículo de alto rendimiento

**Fernando Varela Soto**, UITOP;  
y **Laura Mancebo Torrijos**,  
Dpto. Ingeniería de Rauroszm.

## Resumen

La detección de fisuras mediante un vehículo de alto rendimiento es una de las maneras que hay para realizar un estudio sobre las características funcionales de la carretera. En este artículo se exponen los sistemas que utiliza el vehículo para la captación de las imágenes de pavimentos (Cámara escáner e Iluminación Láser) y las aplicaciones necesarias para la detección de Fisuras de forma semi-automática o automática.

**Palabras clave:** Sistema de detección, fisuras.

## 1. Introducción

El deterioro de un pavimento depende de múltiples factores, de los cuales los más destacables son la intensidad y la categoría del tráfico, el clima, el drenaje y los gradientes de temperatura.

La presencia de fisuras o grietas en el firme es un buen indicador del estado superficial y posiblemente del estado estructural del pavimento. Los diversos tipos de fisuras y grietas son característicos del tipo del pavimento en el que se producen (rígido, flexible o semirrígido).

Las fisuras y grietas son diferentes según las causas por las que se producen. Tienen una evolución predecible, lo que permite conocer no sólo el estado actual de la vía, sino su estado transcurrido en un tiempo determinado, por lo que podemos prever con cierta seguridad su estado futuro.



## 2. Composición del sistema

Para la detección de fisuras mediante un vehículo de alto rendimiento existen varias tecnologías: analógica, digital, ultrasónica y láser. El método en el cual se va a centrar este artículo es mediante la captura tecnoló-

gica digital, y, dentro de este grupo, mediante la captura por línea.

El vehículo de alto rendimiento (arriba en las fotos) que se propone para realizar la detección de fisuras presenta un sistema compuesto por una cámara escáner lineal de alta resolución para la adquisición y gestión de imágenes del pavimento, y una ilumi-

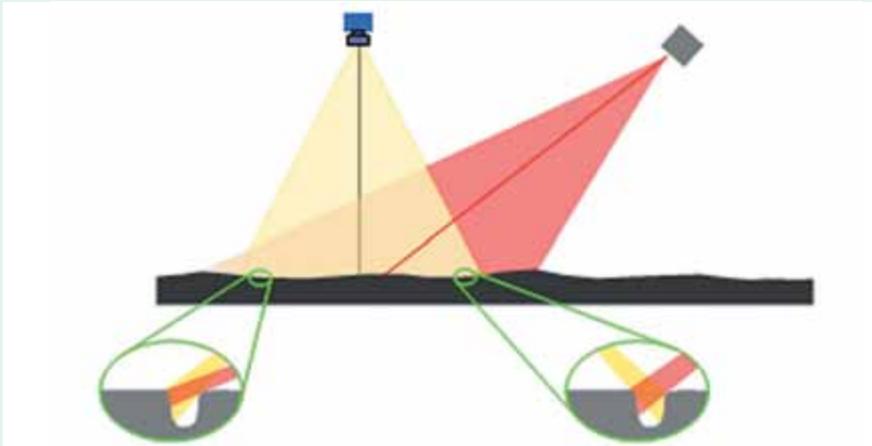


Figura 2.



Figura 3.



Figura 4.

nación láser. El conjunto de ambos elementos permite obtener las imágenes y analizar el estado de degradación del pavimento

El sistema está configurado para procesar una sección de la carretera de hasta 4 metros de ancho y puede detectar fisuras de al menos 1 mm de anchura viajando a una velocidad máxima de 80 km/h; con estas características se pueden adquirir los datos suficientes para el estudio del firme.

El sistema ha sido diseñado para incrementar el contraste y la visibilidad de las pequeñas fisuras longitudinales y transversales, por lo que puede ser empleado durante las 24 horas del día. Esto es debido a que la *iluminación láser* permite iluminar una franja suficientemente ancha para poder filmar todo el pavimento, pudiendo discriminar por completo toda longitud de onda diferente a la del propio láser, incluyendo la luz solar, la

cual podría causar sombras inapropiadas en la imagen (figura 2).

El otro sistema incorporado es la cámara escáner que recoge la información del pavimento píxel a píxel; y cada metro de firme genera una única imagen que plasma la información de las fisuras y grietas. La cámara de mejores características para la toma de imágenes es la de escáner lineal, ya que obtiene una altísima resolución y además permite una mejor toma de datos de fisuración.

La cámara está compuesta, además, por una óptica de características óptimas para que la toma de datos se realice sin presencia de aberraciones geométricas y con un campo de visión de unos 84°. Dicha óptica llevará acoplado un filtro para que la iluminación láser empleada no modifique la imagen por la luz solar (figura 3).

### 3. Estructura del sistema

El sistema de detección de fisuras está situado en una estructura de características técnicas muy precisas, dado que el trabajo a altas frecuencias y la toma de datos de precisión milimétrica necesitan una estructura sólida y estable que no introduzca errores de medición por vibraciones o fallos durante la calibración del sistema.

La estructura permite colocar la cámara escáner de forma totalmente perpendicular al suelo, para que sea posible una toma de datos del pavimento sin deformaciones provocadas por la perspectiva de la filmación. La iluminación láser coincide exactamente con la línea proyectada por la cámara escáner manteniendo un margen de error de unos 4 píxeles. El proceso de calibración es tal, que tras la finalización se pueda asegurar que láser y cámara se encuentran perfectamente alineados.

Tanto la cámara como el láser se encuentran protegidos por unas carcasas, las cuales permiten la completa protección del sistema tanto de impactos contra la instrumentación como contra condiciones atmosféricas adversas (figura 4).

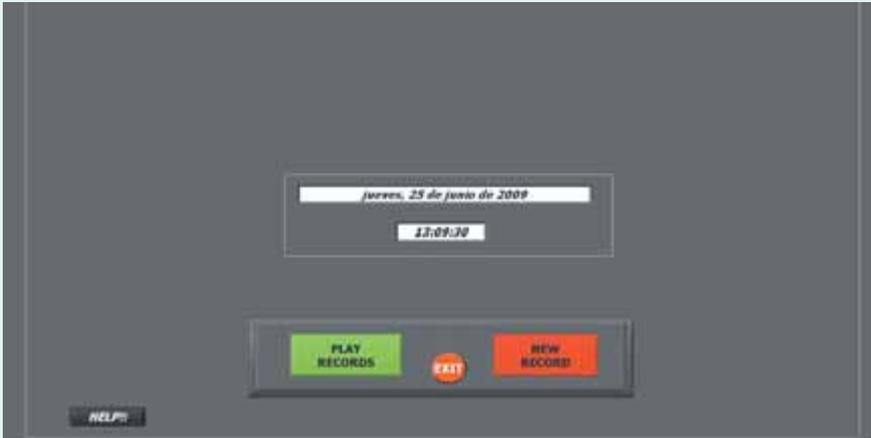


Figura 5.

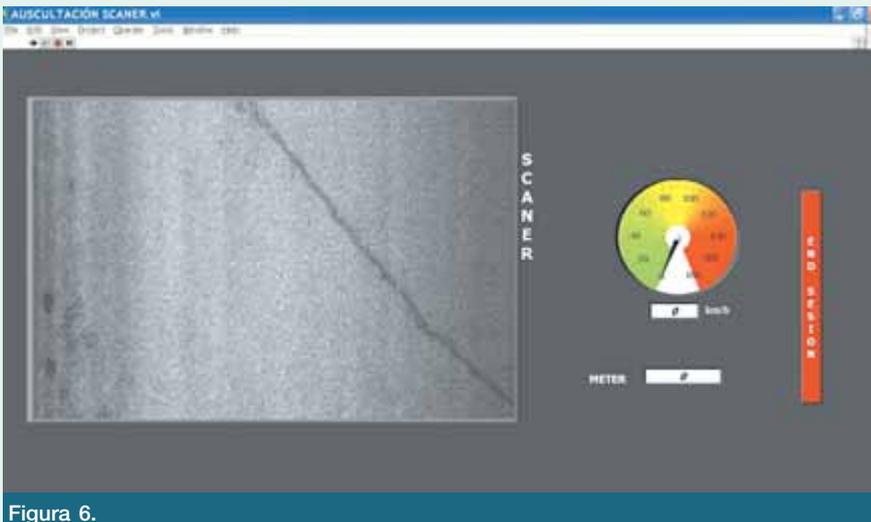


Figura 6.

## 4. Software instalado en el vehículo

El vehículo dispone de un software cuya función es la de registrar la información tomada y mostrarla en pantalla. Cuenta con diversas ventanas que mostrarán la funcionalidad de la aplicación (figura 5).

- **Pantalla de Inicio y Fin.** Es la primera y última pantalla de la aplicación, y en ella se produce la bifurcación entre las dos acciones principales: grabar datos del sistema de detección de fisuras o visualizar.

El botón PLAY RECORDS conduce a la pantalla de visualización de resultados. Y el botón NEW RECORD conduce a la pantalla de introducción de datos necesarios para una nueva sesión.

- **Pantalla de entrada de datos para una nueva grabación.** Se introducirá la información necesaria tan-

to para la ejecución del programa como para la posterior identificación de los datos registrados durante la sesión.

- **Pantalla de grabación.** Reúne el conjunto de indicadores mediante los cuales el usuario puede ver los da-

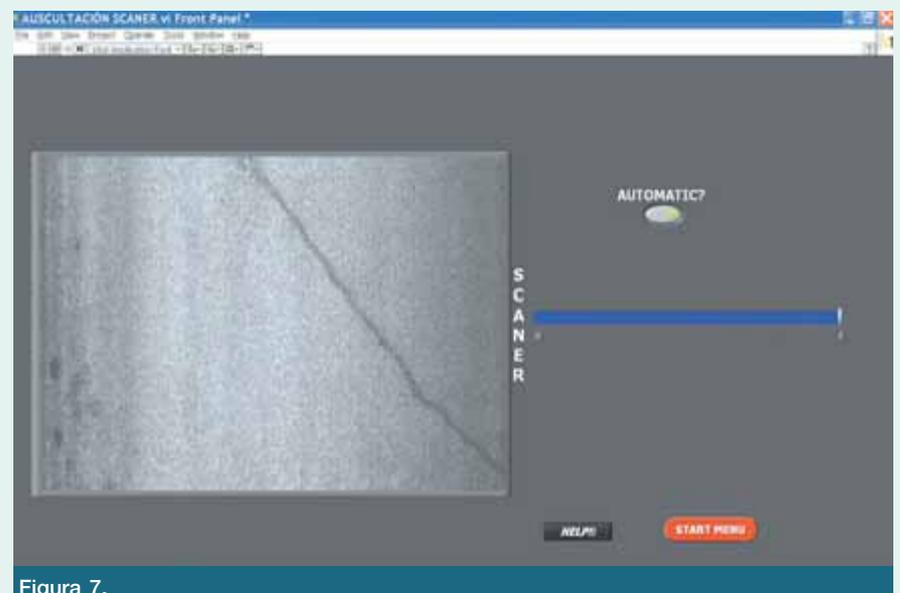


Figura 7.

tos que se están registrando.

Tras completarse la carga aparecerá otra ventana con otros elementos indicadores de los datos que se están adquiriendo durante el recorrido de la sesión por medio de los distintos dispositivos.

En dicha ventana se permite la visualización de todos los datos registrados por la cámara line scan, la velocidad del vehículo en formato analógico y digital, y la distancia recorrida (figura 6).

- **Pantalla de selección de datos.** Se selecciona la carretera o la fecha de la sesión que se desee visualizar.

- **Pantalla de visualización.** Se visualiza la sesión grabada con anterioridad (figura 7).

## 5. Software instalado en gabinete

Una vez recogidos y grabados los datos mediante el vehículo de alto rendimiento, la siguiente fase sería el estudio de las fisuras mediante una aplicación informática destinada para este fin.

Para la metodología de análisis de imagen existen los sistemas semi-automáticos y los sistemas automáticos.

Los sistemas semi-automáticos son utilizados para la inspección visual de pavimentos a nivel de proyecto. Se consigue una inspección visual de detalle debido a que el sis-

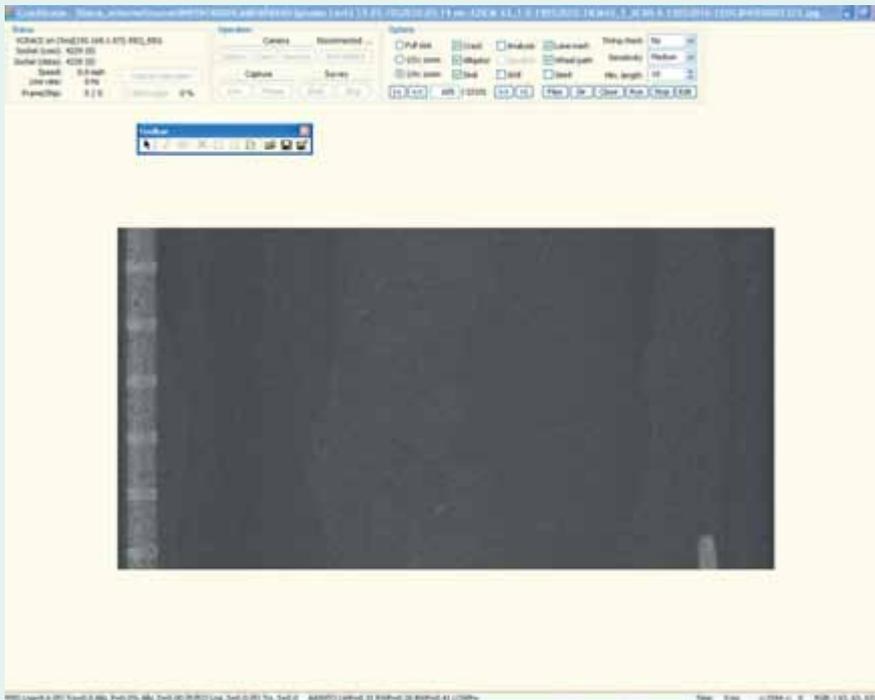


Figura 8.

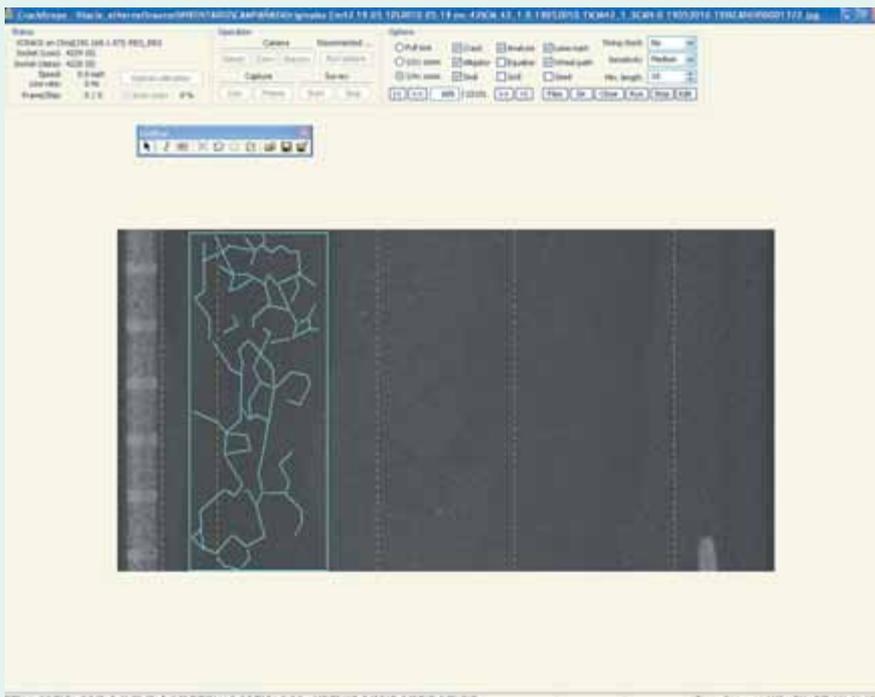


Figura 9.

tema realiza una primera detección de fisuras automáticamente; pero con la opción de poder perfeccionar los resultados obtenidos mediante un modo de edición que permite modificar, borrar, editar, añadir, etc., cualquier fisura que no esté marcada correctamente.

En la *figura 8* se muestra el pavimento sin el proceso de reconocimiento de fisuras.

Y en la *figura 9* se muestra la zona fisurada del pavimento, una vez realizado el proceso de reconocimiento de fisuras.

Los sistemas automáticos realizan una inspección un poco menos detallada que los sistemas semi-automáticos.

Las ventajas de las tecnologías automáticas respecto a las manuales son:

- Objetividad.
  - Análisis repetible.
  - Seguridad.
  - Inspección rápida.
  - Comodidad.
  - Medición continua.
  - Registro visual.
  - Medición simultánea con otros equipos.
  - Posibilidad de reducción de costos de inspección.
- Sin embargo, las tecnologías automáticas tienen una serie de limitaciones.
- Se analizan sólo algunas variables de interés.
  - Requieren complementar la inspección visual con otros equipos.
  - Calidad dependiente de la iluminación.
  - Requieren análisis manual.

## 6. Conclusión

El sistema de gestión de pavimentos supone una herramienta eficaz para la buena gestión técnica y económica de una carretera.

Un sistema definido en este artículo consta de una metodología de recogida de datos y de un posterior análisis de los mismos. Los pavimentos sometidos a estudio se zonifican según su comportamiento tanto estructural como funcional. Una vez recogidos los datos, éstos se procesan mediante aplicaciones informáticas adecuadas que nos permitirán predecir el estado del firme e incluso la evolución de las degradaciones, lo que da la posibilidad de realizar una planificación de las intervenciones que hay que realizar en el pavimento para mantenerlo en las condiciones deseadas.

## 7. Bibliografía

1. DISEÑO Y DESARROLLO DEL VEHÍCULO DE VISIÓN ARTIFICIAL FIONA I V.1.0. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA. Creado por el departamento de Informática de Rauroszm.
2. QUICKCAM USER'S MANUAL. DALSA, Technology with vision. 30 de agosto de 2006. ■

# Implantación de un Sistema de Prognosis Meteorológica para los usuarios de las Carreteras

Ángel J. Muñoz Suárez,

ICCP. Subdirección General de  
Tráfico y Movilidad.  
Dirección General de Tráfico.

### Resumen

La implantación de una red de Sensores de Variables Atmosféricas en Carretera (SEVAC), en la red nacional de carreteras y autovías, posibilita conocer el estado de la meteorología de forma pormenorizada. Tomando como soporte las captaciones de archivo y puntuales, y complementándolas con el soporte de la evolución de la atmósfera a gran escala facilitadas por un modelo matemático (Modelo de Predicción Numérica -MPN-), se puede conseguir la realización de la gestión puntual y la de predicción de las variables atmosféricas. Este desarrollo se ha efectuado como prueba piloto en el entorno del Puerto de Somosierra en la autovía A-1 y, posteriormente, se ha extendido al tramo Madrid-Miranda de Ebro, lo que suministra una información y prognosis avanzada sobre el estado del pavimento por efectos meteorológicos. Los resultados se presentan en una interfaz web, que también incluye un acceso directo al denominado “entorno de nowcasting”

**Palabras clave:** SEVAC, prognosis, meteorología, carretera, alerta.

### 1. Introducción

Determinadas condiciones meteorológicas afectan de forma notable a

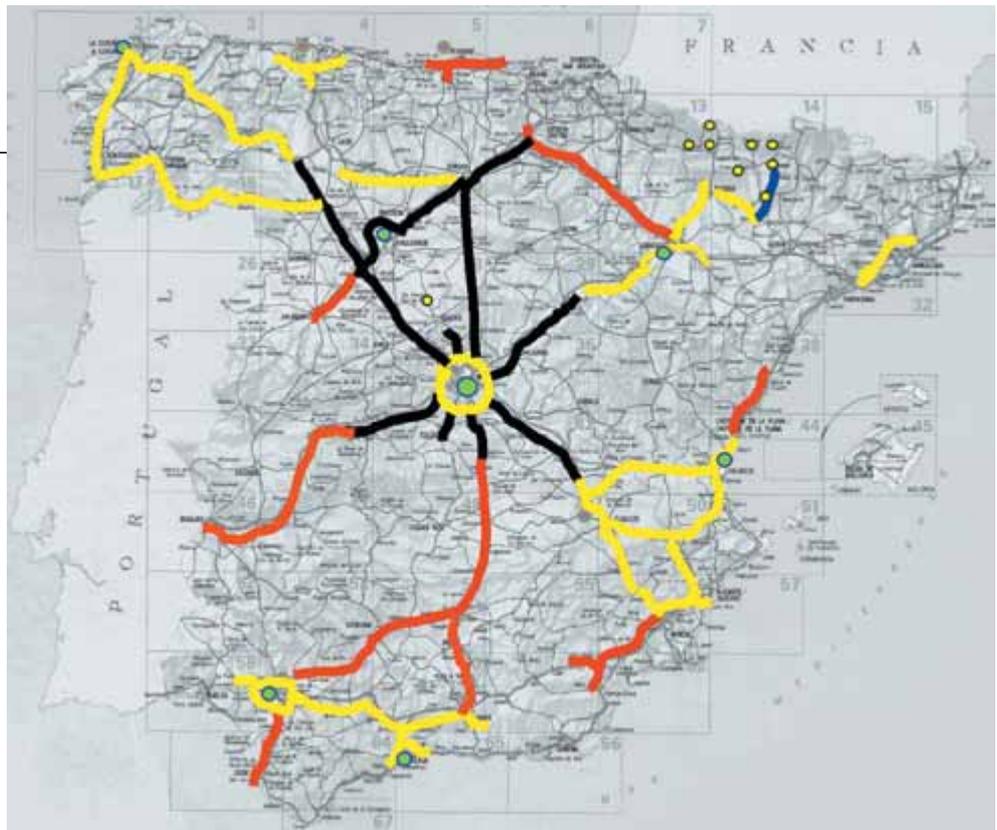


Figura 1. Mapa de ubicación de SEVAC.

la seguridad en los desplazamientos por carretera. La influencia del tiempo atmosférico se manifiesta a través de pérdida de adherencia al firme, disminución de la visibilidad y empujes laterales imprevistos por parte del viento. La pérdida de adherencia puede estar ocasionada por la presencia de hielo, nieve o agua en la calzada. La disminución de la visibilidad está provocada, fundamentalmente, por precipitación y niebla.

Con el objeto de conocer, en cada momento, el riesgo para la circulación que suponen los citados factores, la Dirección General de Tráfico (DGT), realizó en el periodo 1996/2000, un primer proyecto de implantación de un conjunto de sensores de variables atmosféricas en ca-

rretera (SEVAC) en las vías radiales emanantes de Madrid, más la N-620, tramo Burgos-Valladolid (tramos en negro en la figura 1.)

A este proyecto le han seguido varios más, de modo que actualmente la red de SEVAC dependientes de la DGT es de más de 400 unidades con una distribución según se indica en la figura 1.

La DGT recibe en sus diferentes Centros de Gestión, procedentes de la red de SEVAC, los datos captados y registrados de las variables que denominaremos “atmosféricas” (viento, presión, temperatura y humedad del aire, radiación, precipitación, visibilidad) y las variables de estado del firme (temperatura en superficie y a -5 cm, altura de agua y salinidad).

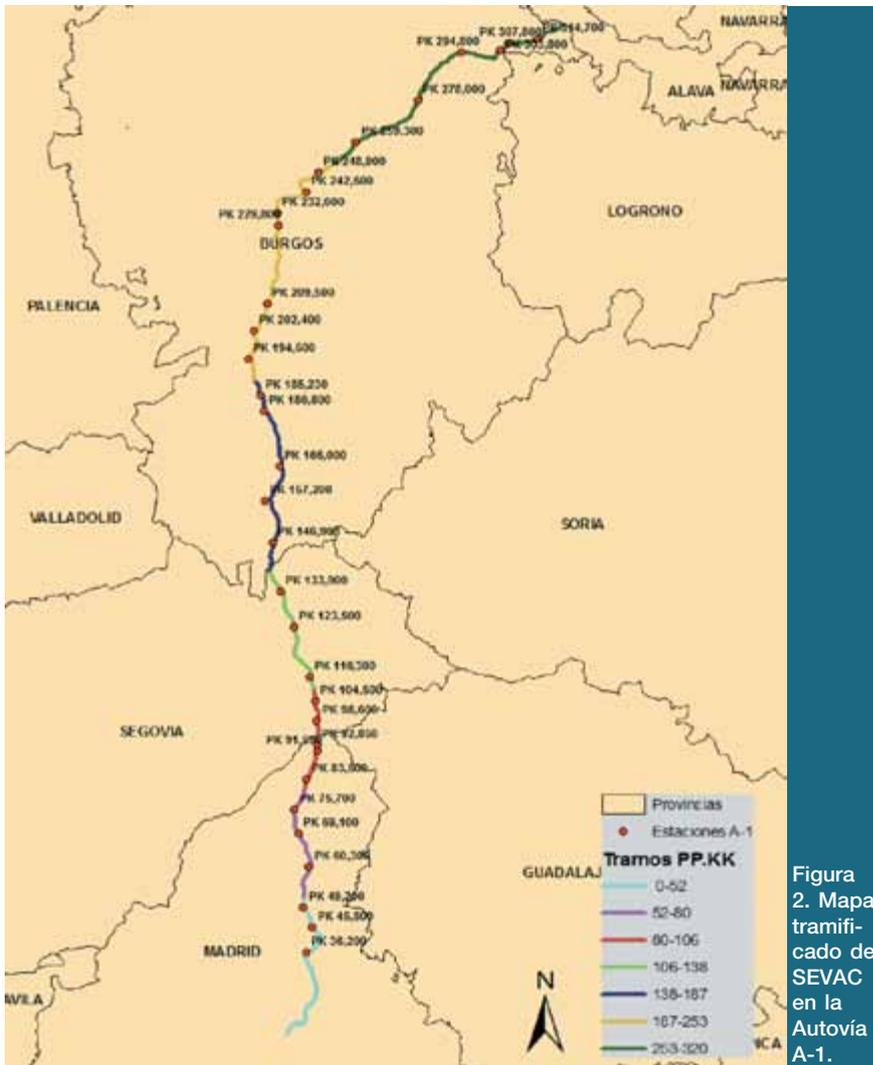


Figura 2. Mapa tramificado de SEVAC en la Autovía A-1.

Como quiera que es posible incrementar notablemente el contenido informativo que ofrece esta red de estaciones mediante la generación de predicciones, diarias y para los próximos días, de las distintas variables meteorológicas y de pavimento, la DGT ha contratado con la compañía Meteorológica el desarrollo y prestación de un servicio de pronosis y predicción para las estaciones de la A1 (ver figura 2 en la página siguiente).

Este servicio ha entrado en funcionamiento a principios de enero de 2009, como prueba piloto en la zona del entorno del Puerto de Somosierra y actualmente, desde enero de 2010, se está extendiendo a toda la A-1, desde Madrid hasta Miranda de Ebro.

Estas predicciones ayudarán a planificar las actividades mitigadoras de los fenómenos adversos (cortes en la circulación, distribución de fundentes, retirada de nieve...). También serán

empleadas para avisar a los usuarios de los riesgos de los desplazamientos con suficiente antelación a través de la web pública de la DGT, (días u horas antes de los desplazamientos).

A continuación se describen sus principales características funcionales.

## 2. Tecnología empleada en la predicción para estaciones

La calidad esperable de las predicciones está avalada por la tecnología empleada en la generación de las mismas, que se describe brevemente a continuación.

Para realizar las predicciones de variables meteorológicas, específicas para cada estación, se emplearán tres fuentes de información:

- Las observaciones “de archivo” (observaciones realizadas por la estación durante toda su vida operativa).

- Las observaciones en tiempo real.

- Las predicciones de evolución de la atmósfera a gran escala facilitadas por un Modelo de Predicción Numérica (MPN).

La evolución en las próximas horas y días de las variables atmosféricas en un punto concreto (estación) del territorio depende de la evolución a gran escala de la atmósfera. Para la previsión de la evolución atmosférica, en un horizonte superior a las 2 ó 3 horas, se utilizan los denominados Modelos de Predicción Numérica (MPNs). Son modelos matemáticos operados en superordenadores que representan el sistema climático mediante una malla tridimensional que abarca la atmósfera y las capas más superficiales de mares y continentes.

Entre puntos contiguos de esa malla se calculan flujos de energía, masa y cantidad de movimiento y se integran en el tiempo para predecir los estados atmosféricos futuros. El espaciado entre los puntos de la malla (la resolución espacial de la misma) es, por motivo de limitaciones en la velocidad de computación actualmente disponible, insuficiente para describir algunos elementos del mundo real, como la geomorfología, que influyen decisivamente sobre las condiciones meteorológicas cercanas a la superficie terrestre. Este espaciado, que es en la actualidad del orden de decenas de km (en el mejor de los casos de algunos km), obliga al MPN a representar, por ejemplo, la geomorfología real, de una forma muy simplificada, lo que limita la calidad de sus predicciones en zonas de relieve complejo, como la mayor parte del territorio español.

Por lo expuesto anteriormente, para obtener previsiones de calidad específicas para un punto (estación) concreto es preciso realizar un proceso denominado “reinterpretación” del MPN. En la reinterpretación son necesarias observaciones “de archivo” realizadas por una estación situada en el punto de interés. El MPN ofrece la información sobre la evolución futura

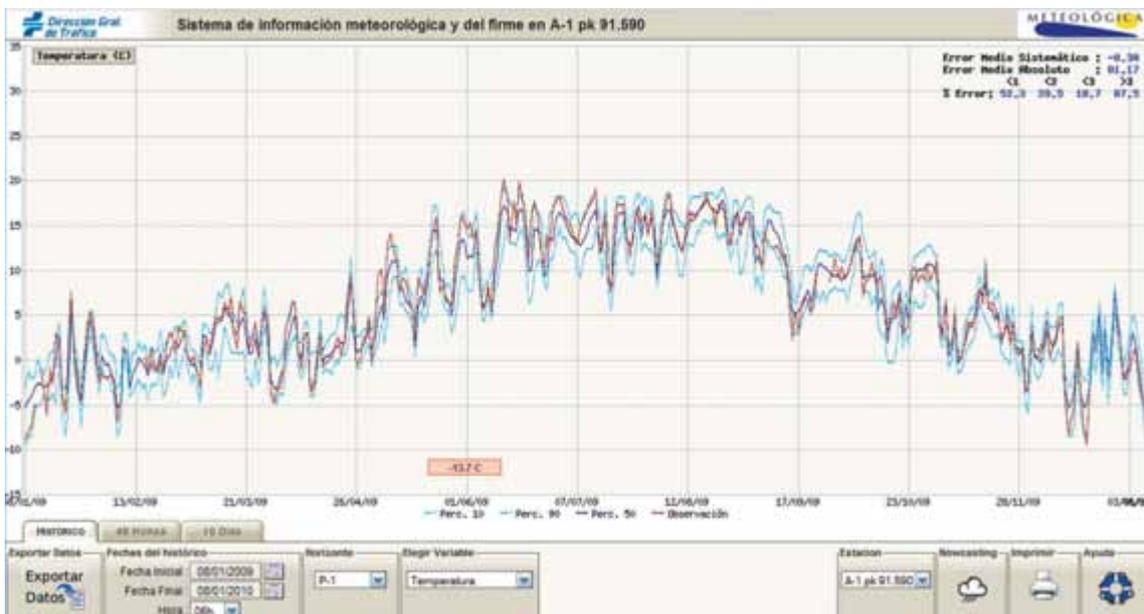


Figura 3. Contraste y análisis de error entre predicción - observación de temperatura, para 06:00 realizadas con un horizonte de 24 horas, para la estación meteorológica p.k. 91,590 durante el periodo de 08/01/2009 hasta el 08/01/2010, donde se muestra un error medio absoluto en la predicción de 1,17 °C.

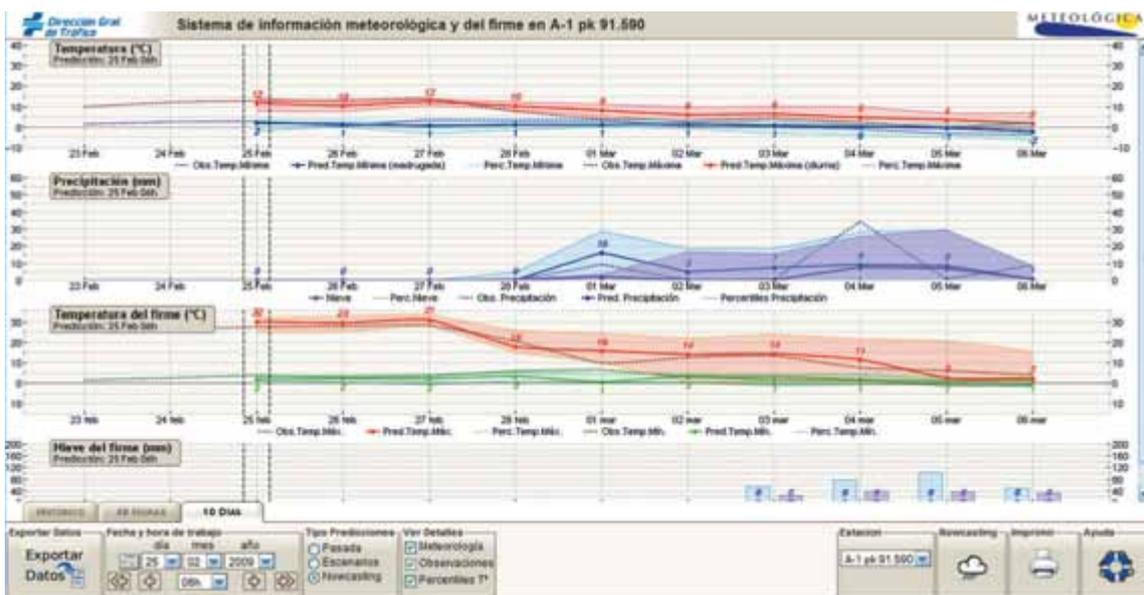


Figura 4. Predicción y observación meteorológica con resolución diaria para la estación meteorológica p.k. 91,590.

a gran escala de las condiciones atmosféricas, y las observaciones de la estación permiten su ajuste a la realidad local. Para ello se emplea un modelo empírico, específico para cada estación y variable, que relaciona con las observaciones de la estación los valores predichos por el MPN en la vertical del punto en cuestión. El modelo empírico se calibra utilizando bancos de datos históricos con períodos coincidentes de predicciones del MPN y de observaciones (de “archivo”) de la estación.

Las observaciones en tiempo real de cada estación se emplean para corregir continuamente las predicciones (en las primeras horas de alcance de las mismas).

En el servicio se emplean predicciones de los dos MPNs con mayor calidad de predicción para la Península: el MPN del *European Center for Medium Range Weather Forecasting* (con un alcance de predicción de 10 días y una resolución espacial de 25 km) y el MPN de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMet) HIRLAM 0,05° (con menor alcance temporal que el del ECMWF, son sólo 36 horas, pero mucha mayor resolución espacial, 5 km).

### 3. Características de las predicciones

El sistema de predicción suministra predicciones meteorológicas es-

pecíficas para cada una de las estaciones de la red, con las siguientes características:

- Variables: viento (velocidad y dirección), temperatura y humedad del aire, nubosidad, precipitación (cantidad y naturaleza –lluvia, nieve–).
- Alcance: 10 días. Desde H+00 hasta H+240.
- Resolución temporal: horaria (predicciones para las próximas 240 horas).
- Actualización: cada hora.
- Expresión: probabilística, incorpora la incertidumbre asociada a la predicción.
- Formato: tablas, gráficos y textos en una interfaz *web* de acceso restringido para el cliente, así como

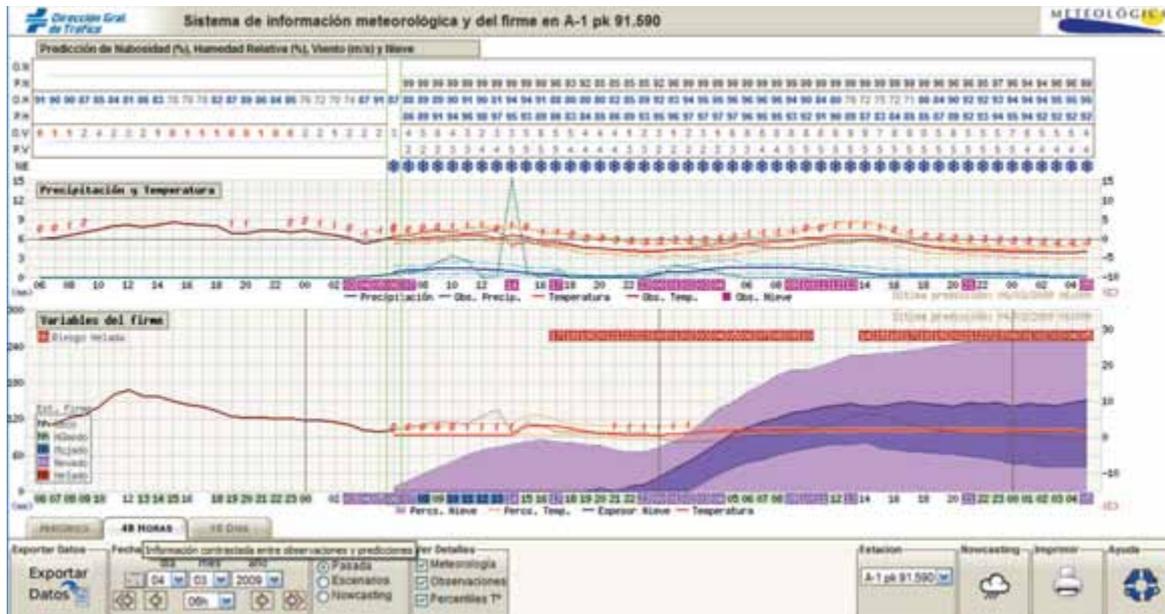


Figura 5. Predicción horaria para la estación p.k. 91,590, en un episodio de acumulación de nieve en calzada, el día 04/03/2009.

envíos de ficheros de predicción, vía FTP/mail.

■ **Control de calidad:** la interfaz permite el contraste, para cualquier período del pasado, de las observaciones de cada estación (y cada variable) con las predicciones realizadas (con distintos alcances). El contraste se puede realizar visualmente (mediante gráficos) y con tablas que resumen la calidad según diversos índices de utilización internacional.

La calidad de predicción es muy elevada. En las figuras 3 y 4 se muestran ejemplos gráficos, obtenidos del propio entorno de análisis de calidad de la interfaz web. Se trata de predicciones de temperatura a las 06 de la mañana para una de las estaciones de la A1, concretamente la situada en el p.k. 92,590, situada en el puerto de Somosierra.

En la figura 3 se muestra el gráfico de contraste y análisis de error entre predicción y observación de temperatura; y en la figura 4 se ofrece el gráfico de las predicciones realizadas con un día de antelación (predicciones realizadas la madrugada de hoy para la madrugada de mañana). La predicción probabilística se expresa mediante los percentiles 10 y 90. Cuando la predicción probabilística es correcta ("fiable") el percentil 10 de la predicción superará el valor finalmente observado aproximadamente en un 10% de los casos. El

percentil 90 lo hará en un 90% de los casos. El valor observado se hallará entre ambos percentiles con un 80% de probabilidad. Por tanto, la mayor o menor separación de los percentiles 10 y 90 es una medida de la incertidumbre asociada a cada caso concreto de predicción. El percentil 50 se toma como valor central o valor categórico de la predicción.

Para permitir que la incertidumbre asociada a la predicción meteorológica se incorpore a las predicciones de pavimento, el sistema suministra la predicción meteorológica en forma de 100 escenarios. Cada escenario constituye un futuro meteorológico posible completo (datos de todas las variables meteorológicas cada hora para las próximas 240 horas), y tiene la misma probabilidad de ocurrencia que los demás (escenarios equiprobables). Considerados en su conjunto además representan la incertidumbre asociada a la predicción meteorológica probabilística de la que proceden. Por ejemplo, pongamos el caso de una predicción que para cierta estación y para el horizonte D+5 (para el quinto día del alcance) ofrece una probabilidad de helada del 70%. Para que los 100 escenarios guarden coherencia con esta predicción probabilística, en ese mismo día D+5, en 70 de ellos ha de encontrarse una temperatura mínima igual o inferior a 0°C, y los 30 restantes deben presentar temperaturas

mínimas positivas.

Además de las características de equiprobabilidad y coherencia con la predicción probabilística, los escenarios han de tener otras dos características: coherencia intervariable y coherencia temporal.

## 4. Tecnología empleada en la predicción de variables de pavimento

Para la predicción de las variables del pavimento se emplea un modelo de firme. Es un modelo unidimensional de balance de masa y energía que incorpora los últimos avances en materia de predicción del comportamiento de pavimento, incluyendo formación de hielo y manto de nieve. El modelo se alimenta con las predicciones de variables meteorológicas y devuelve predicciones de las variables del firme.

En cada ejercicio de predicción, para cada estación, el modelo se ejecuta con cada uno de los 100 escenarios meteorológicos futuros generados por el sistema de predicción y produce a su vez 100 escenarios futuros de estados del pavimento. De esta forma, la incertidumbre correctamente cuantificada de la predicción meteorológica se refleja en la incertidumbre de la predicción del estado del firme.

Para la calibración del modelo de pavimento son necesarios datos so-

bre el tipo de perfil del firme (materiales y profundidad de las distintas capas) en el punto donde está la estación, e información microtopográfica (mapa 1/5 000) para conocer la insolación esperable en la calzada (zonas en umbría total o parcial,...) y el horizonte óptico del punto que afecta a la *ratio* de emisión de radiación infrarroja (p.e. a igualdad de otros factores el enfriamiento nocturno es menor en puntos con horizontes óptico reducido (carreteras en trinchera o rodeadas de edificios o árboles) ya que parte de la radiación emitida es devuelta al pavimento por estos obstáculos en vez de perderse en el firmamento).

## 5. Características de las predicciones de pavimento

Las predicciones de pavimento suministradas por el servicio tienen las mismas características de alcance, resolución temporal, frecuencia de actualización expresión y formato que las predicciones meteorológicas. Las variables de estado del pavimento son altura de la capa de nieve, presencia de hielo en calzada y temperatura de la superficie de firme.

El sistema está mostrando una gran eficacia en la previsión de los eventos de acumulación de nieve en el pavimento. Por ejemplo, el día 04/03/2009 en la estación meteorológica p.k. 91,590 se muestra la predicción de acumulación de nieve en la calzada horaria, cuantificando la incertidumbre (percentiles: bandas de color moradas) con las observacio-

nes (estimaciones: recuadros morados en cada hora). (Ver figura 5 ).

## 6. Interfaz de trabajo y alarmas

La interfaz de trabajo del servicio es accesible vía Internet, y para su emisión y estudio se ha dividido la A-

bajo de la Dirección.

## 7. Interfaz web predicciones para estaciones

En el entorno de predicción, se facilita la información de lo ocurrido **las últimas 24 horas y las próximas**

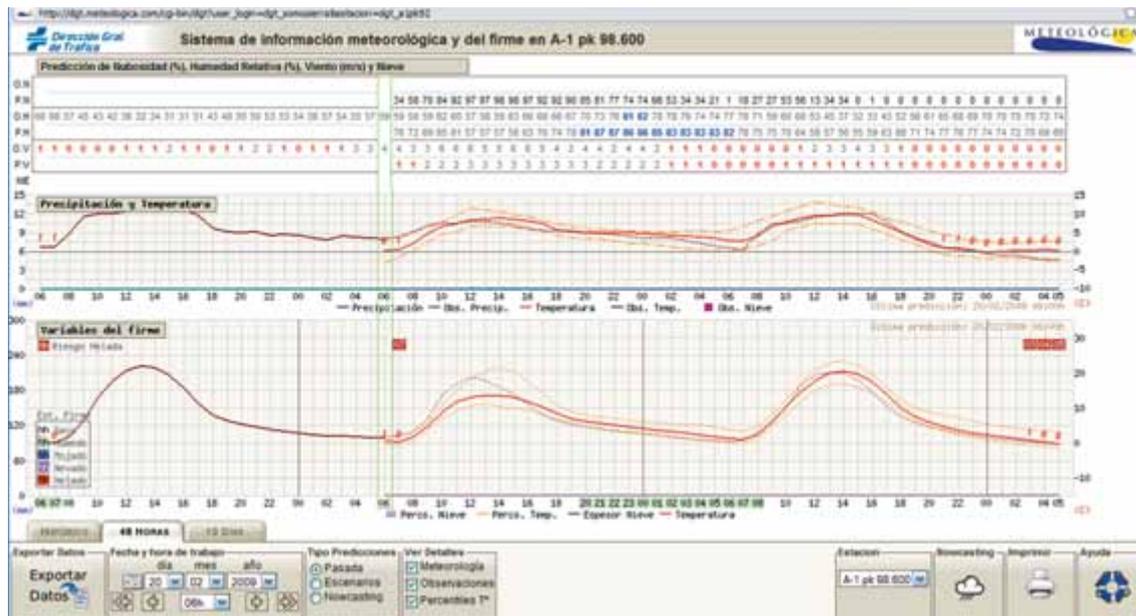


Figura 6 : Entorno de predicción meteorológica horaria y variables del firme.

1 en tramos, a los que se les ha asignado grupos de SEVAC, como estaciones representativas de tales tramos.

La página consta de cuatro entornos diferentes.

- Interfaz web con detalle de las predicciones para cada estación.

- Boletín resumen para tramos del trazado.

- Mapas resumen para la totalidad del trazado.

- Entorno de "Nowcasting" o predicción inmediata.

Además se incluye un sistema de alarmas por e-mail y SMS, el cual permite que la atención del equipo de la DGT a los factores meteorológicos se limite a los contextos (momentos y ámbitos geográficos) en los que estos factores afectan claramente a las actividades de esta Dirección General. El sistema permite seleccionar variables, niveles de intensidad y probabilidades de ocurrencia para ajustar las alarmas al entorno de tra-

48 horas ó 240 horas. El usuario puede elegir la fecha y hora de acceso y si selecciona una fecha del pasado, los gráficos superponen sobre la predicción las observaciones que se realizaron, pudiéndose determinar el grado de acierto en esa situación concreta.

La figura 6 adjunta es un ejemplo de la pantalla del **Entorno de predicción**, en este caso con un alcance de 48 horas.

Como puede verse, el tercio superior de la misma se dedica a las variables meteorológicas, y los dos tercios inferiores se utilizan para expresar las variables del firme.

El entorno "histórico" permite seleccionar, para cada estación, un período del pasado, una variable (meteorológica o de pavimento), una hora y un alcance, y visualizar la evolución de dicha variable a la hora en cuestión durante el período seleccionado. También aparecen las predicciones correspondientes realizadas con el al-

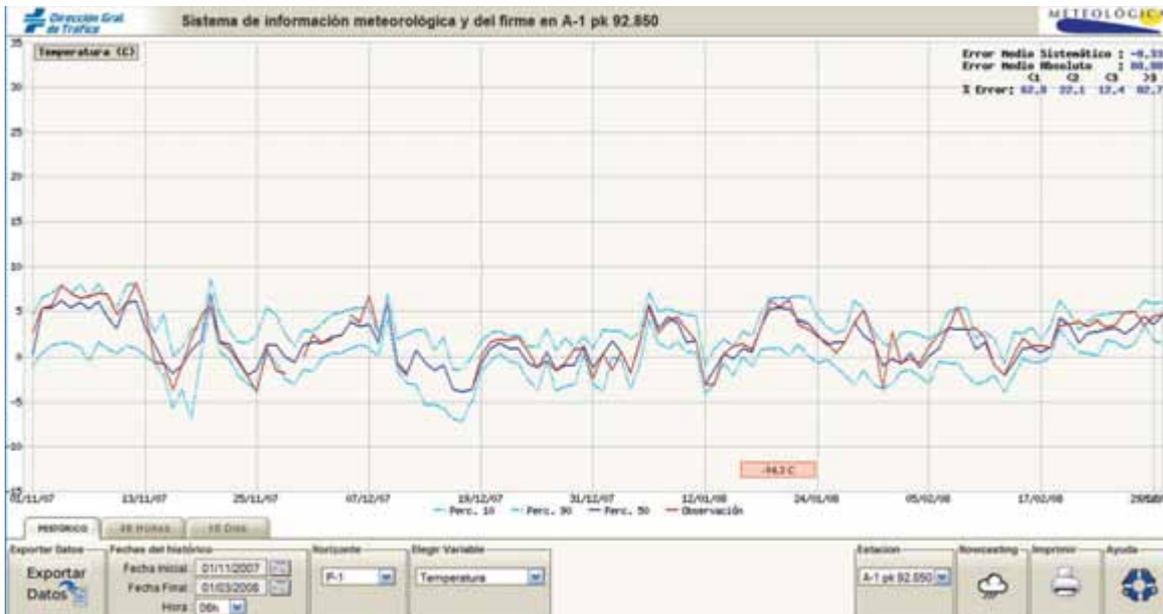


Figura 7.



Figura 8. Interfaz resumen de los tramos de la A-1.

cance elegido. Esto **permite contrastar la calidad de las predicciones**. Además aparecen algunos índices de calidad calculados con los datos de observación y predicción. En el ejemplo de la figura 7 puede verse (en rojo) la evolución de la temperatura del aire a las 06:00 durante el período 01-11-2007 al 01-03-2008, en la estación denominada p.k. 92,850 en el Puerto de Somosierra. En azul las predicciones realizadas con 24 horas de anticipación.

## 8. Boletín resumen por tramos

El servicio de predicción presenta un entorno resumen de las situacio-

nes meteorológicas previstas para los próximos diez días en cada estación y agrupadas por tramos; identificando las condiciones atmosféricas y de pavimento en cada estación. Se presenta un entorno visual amigable e intuitivo a través de un perfil longitudinal de la carretera, tal como indica la figura 8.

La información por tramos muestra el episodio meteorológico previsto para cada día de alcance y estación, mediante iconos representativos que se activan en función de la categoría del fenómeno atmosférico y su repercusión en el firme. La gama de iconos y colores de los mismos permite tener una visión rápida de la situación en el tramo y para cada día

(acumulaciones de nieve en calzada, temperaturas por debajo de 0°C, nevadas moderadas o fuertes,..). Se muestran también las temperaturas máximas y mínimas del día, tanto del aire como del pavimento.

Además se incorpora una ventana de generación de comentarios automáticos sobre la situación prevista (Alertas).

El interfaz permite introducirse en el entorno técnico para cada estación, pinchando en el icono de cada estación.

## 9. Entorno de predicción inmediata

La interfaz web también incluye un acceso directo al denominado “**entorno de nowcasting o predicción inmediata**” (ver figura 9) o predicción para las próximas 1 ó 2 horas. Contiene, por una parte, información en tiempo real de distintos telesensores: satélite, radar y detectores de descargas eléctricas, y adicionalmente, predicciones de modelos mesometeorológicos como el modelo HIRLAM 0,05 del INM. Frecuencia de actualización de la información:

- Observaciones de rayos, cada 5 segundos.

- Observaciones de satélite, cada 15 minutos.

- Observaciones radar, cada 30 minutos.

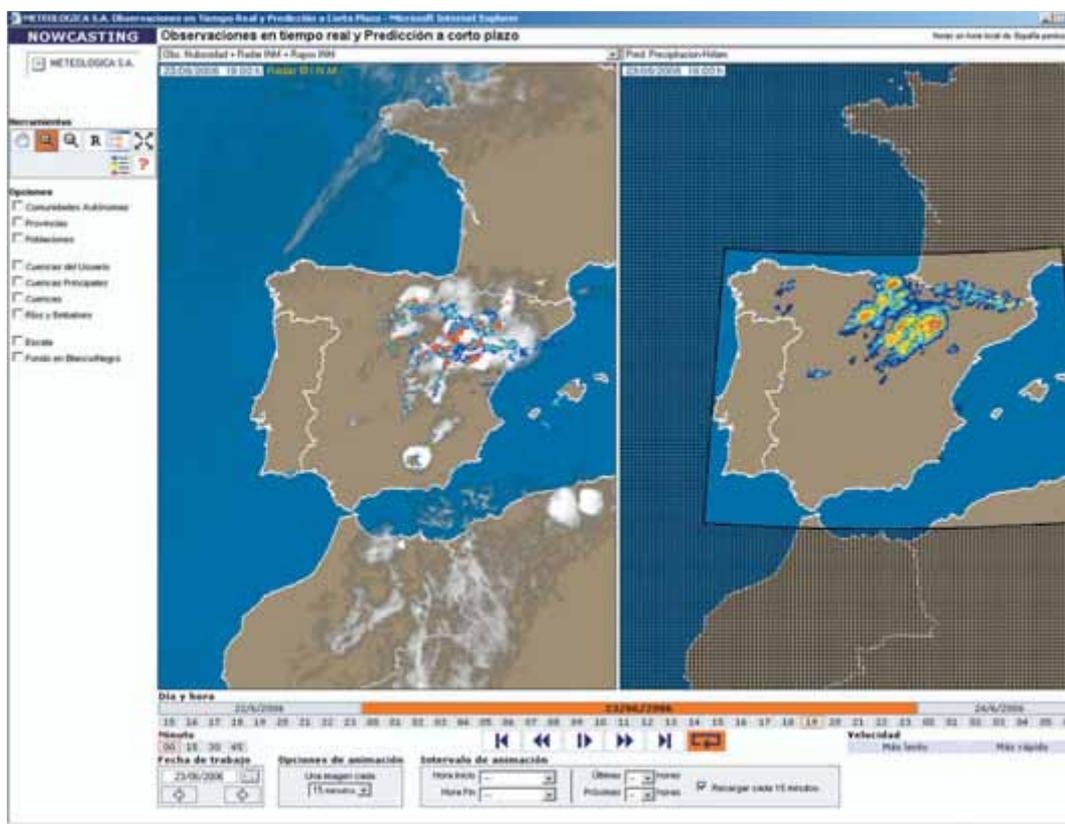


Figura 9. Entorno de observaciones en tiempo real y predicción a corto plazo (Now Casting o predicción inmediata).

percentiles, a partir de los cuales se pueden establecer los escenarios de mayor riesgo de un fenómeno atmosférico o de pavimento para poder emitir una alarma concreta.

Las alertas se muestran a través de los iconos en el “Boletín Resumen por Tramos”, así como en la generación automática de comentarios. De igual forma se pueden realizar envíos de las alarmas vía MAIL y SMS.

## 11. Incremento de prestaciones

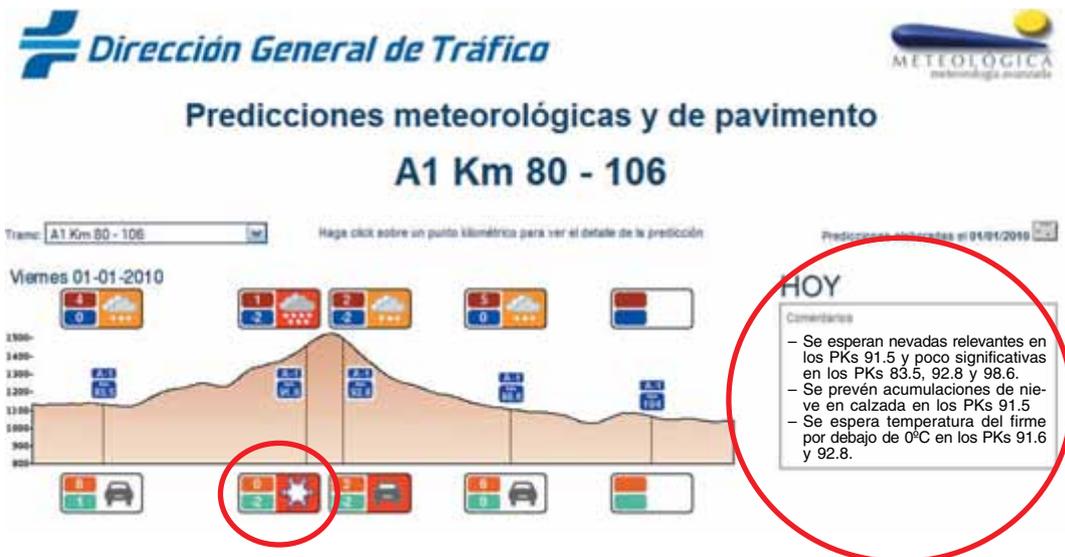


Figura 10. Entorno resumen con alertas mediante iconos y comentarios para un episodio de nevadas en el tramo del puerto de Somosierra (km 80-106).

En futuras versiones se pueden incorporar mejoras adicionales al sistema:

■ Considerar el **Efecto del tráfico** sobre las variables de pavimento: el modelo SNTherm RT permite considerar la densidad de tráfico sobre la temperatura del firme y la ocurrencia de hielo o nieve en calzada. Se podría habilitar esta función y considerar los valores de tráfico medidos en tiempo real (si existe dicha

información) o esperados para cada hora o día del año.

■ **Modelo de toma de decisiones** que permite actualizar la situación de las distintas estaciones, tras las actuaciones de mantenimiento (retirada de nieve o aplicación de fundentes).

■ **Extensión de la cobertura espacial.**

■ Predicciones HIRLAM, cada 6 horas (nieve, lluvia, viento, temperatura, nubosidad).

## 10. Servicio de alarmas

El servicio de predicción contempla un sistema de alarmas para poder determinar rápidamente una

situación o episodio relevante. Las alertas se elaboran a partir de una serie de algoritmos que determinan el tipo de alarma sobre las predicciones generadas diariamente. Las reglas de las alarmas tienen en cuenta los umbrales críticos en cada variable y estación. El sistema de predicción cuantifica la incertidumbre de la predicción mediante



# Sistemas de lectura de matrículas y visión artificial aplicados a la gestión, explotación y mantenimiento de infraestructuras

Ángel J. Muñoz Suárez, ICCP.

Subdirección General de Gestión de  
Tráfico y Movilidad.  
Dirección General de Tráfico.

## Resumen

**D**entro de los nuevos sistemas ITS de reciente aplicación, se deben citar a los Lectores de Matrículas mediante los cuales es posible identificar y reconocer los vehículos que transitan por una vía de circulación. La aplicación de la Ingeniería de Tráfico a los datos captados mediante este equipamiento permite actualmente hacer nuevas y más avanzadas aplicaciones sobre la gestión integral del tráfico, y, por tanto, sobre la morfología estacional y espacial de la movilidad. En este sentido se glo- san algunas de ellas, como las que proporcionan información y seguridad

vial, o las que posibilitan el control de la velocidad por tramo: todas ellas en avanzado estado de desarrollo. Pero, a su vez y paulatinamente, otras aplicaciones verán la luz en fechas no muy lejanas, pudiéndose citar entre éstas: las relativas a la planificación vial; las del seguimiento y control de flotas, ya sean o no de mercancías peligrosas; o las de gestión, explotación y mantenimiento de las infraestructuras.

**Palabras clave:** Lector de matrículas, tránsito, movilidad, velocidad por tramo, planificación vial.

## 1. Introducción

La aparición y mejora de nuevas tecnologías de detección de vehículos en carretera ha abierto en los últimos tiempos las puertas a nuevas aplicaciones para la mejora y opti-

mización de la gestión, explotación y mantenimiento de carreteras.

Son ampliamente conocidos los equipos utilizados para la detección y jerarquización del tráfico basados en lazos inductivos, tecnologías radar, láser, etc. Mediante estas técnicas sólo se puede conocer el estado de la carretera con respecto al tráfico que soporta y tomar medidas para optimizar la seguridad y fluidez de la infraestructura.

Con la aplicación y la proliferación de los sistemas de lectura de matrículas se puede hacer con los datos que se adquieren de los vehículos que circulan por una carretera otra interpretación más avanzada. Los vehículos dejan de ser entes anónimos para pasar a ser elementos concretos o partículas identificables, que pueden ser localizados a lo largo de la traza de la carretera, conociendo

de esta forma las huellas o vestigios, los itinerarios y trayectorias, los caminos y rutas particularizados de la totalidad de vehículos que utilizan una vía<sup>1</sup>. Dada la confidencialidad de la información tratada, la instalación de estos elementos en el ámbito de la Administración General del Estado corresponde al Ministerio del Interior y más concretamente a la Dirección General de Tráfico, tal y como establece la Ley Orgánica de Protección de Datos y el R.D. 596/99.

La lectura de matrículas permite además, apoyándose en bases de datos, conocer las características de un vehículo en cuanto a modelo, si es un vehículo de mercancías e incluso si la mercancía que transporta está considerada como peligrosa.

Esta nueva forma del reconocimiento del tráfico que circula por una carretera, permite enfocar la utilización de los datos obtenidos de una manera totalmente distinta a la utilizada hasta la actualidad, sin que pretenda ser una tecnología sustitutiva de las clásicas utilizadas, sino complementaria y con objetivos de aplicación muy distintos de los actuales.

### 2. Lectura de matrículas aplicada a la información al conductor

Una de las informaciones más requeridas por los usuarios de una carretera, corresponde al tiempo de desplazamiento entre un punto de la vía y una serie de destinos.

Con las tecnologías de detección



Detalle de instalación de LPR's.

clásicas, el cálculo de los tiempos de recorrido en situaciones de retención no es fiable, ya que el valor de la velocidad en estas condiciones de circulación fluctúa de manera considerable e impide por lo tanto obtener un valor correcto del tiempo de viaje.

Ante esta situación es práctica habitual informar sobre los tiempos de desplazamiento, siendo precisamente en estas condiciones de tráfico cuando más necesitan los conductores conocer dicha información para poder optar por otras vías alternativas, o simplemente por la propia tranquilidad del conductor al poseer este tipo de información.

Mediante el sistema de lectura de matrículas es posible alcanzar un conocimiento mucho más aquilatado del tiempo de desplazamiento de cada uno de los vehículos que ha realizado un itinerario y en cualquier situación de tráfico, ya que al ser calculados los tiempos de recorrido en

base a tiempos reales, la información que se proporciona a los conductores es veraz y optimizada.

De una forma muy simplificada, el proceso del cálculo de tiempo de recorrido es el siguiente. La cámara situada en el inicio del tramo del que se quiere dar tiempos de recorrido leerá las matrículas de todos los vehículos que pasen por esa sección de vía, y las almacenará en una base de datos junto con la hora a la que fueron leídas. La cámara situada al final del tramo que se controla leerá las matrículas que pasen por su sección y las comparará con las que almacenó la cámara anterior. En caso de que se encuentre la misma matrícula entre las leídas por cada cámara, se comparará la hora de paso por la primera cámara y la hora de paso por la segunda, y la diferencia entre ambas será el tiempo de recorrido de ese trayecto para ese vehículo. A la hora de calcular el tiempo de recorrido total, se sumarán todos los tiempos de recorrido parciales de todos los tramos involucrados en el recorrido que se controla. Para poder dar tiempos es necesario que el sistema encuentre un número de matrículas coincidentes en el principio y el fin de la ruta de al menos un porcentaje apreciable de las matrículas



Información de tiempos de recorrido. Foto Fomento.

(1). *Simbiosis y Pragmatismo de los Sistemas de Detección de Velocidad y Lectores de Matrícula para la Prognosis y el Conocimiento avanzado del estado de la Movilidad.* Ángel J. Muñoz Suárez. ITS Oviedo, oct. 2008.



Aplicación de control de velocidad.

detectadas, y que el proceso sea iterativo, continuado y retroalimentado; pues de lo contrario los tiempos de recorrido emitidos tendrían un decaje en el tiempo tal que podría hacer que los mismos no respondieran a la realidad horaria

### 3. Lectura de matrículas aplicada a la Seguridad Vial

El exceso de velocidad es uno de los principales factores causantes de accidentes. Desde hace algún tiempo la DGT está utilizando radares para detectar vehículos que circulen a velocidades superiores a las permitidas en puntos concretos de la vía.

Este tipo de sistemas miden la velocidad instantánea en un punto concreto, mientras que el sistema de lectura de matrículas obtiene la velocidad media de circulación entre dos puntos de la carretera.

La combinación de lectores de matrículas y cinemómetros permite realizar una interesante categorización de los conductores al dividir a los usuarios en cuatro posibles categorías:

**Categoría 1:** Vehículos que circulan por encima de los límites legales tanto en los tramos de control de velocidad como en el cinemómetro.

**Categoría 2:** Vehículos que han

circulado por encima de los límites legales a lo largo de un tramo de carretera considerable correspondiente a los tramos de control de velocidad, pero sin embargo han reducido su velocidad en el cinemómetro hasta adecuarla a la velocidad legal.

**Categoría 3:** Vehículos que circulan por debajo de los límites legales de velocidad en los tramos de control de velocidad, pero sin embargo han sido registrados como infractores por el cinemómetro.

**Categoría 4:** Vehículos que circulan por debajo de los límites legales tanto en los tramos de control de velocidad como en el cinemómetro.

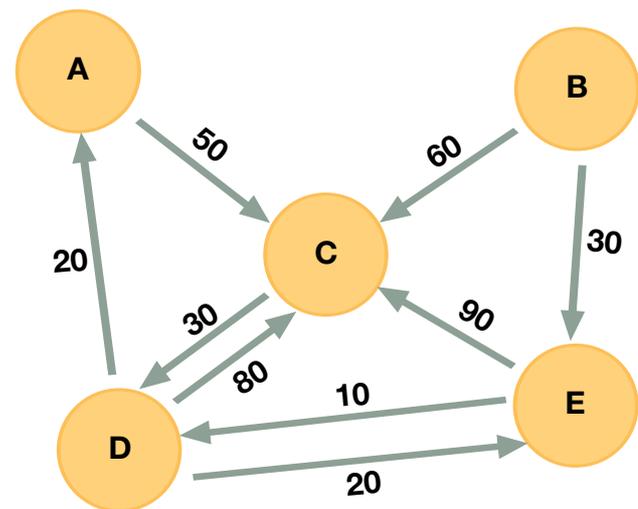
Todas estas funcionalidades pueden aprovecharse para obtener una mayor información del comportamiento de los conductores en la vía, dividiéndolos incluso en subgrupos más pequeños tales como usuarios de turismos, furgonetas o camiones mediante el cruce de información de

la matrícula con bases de datos que caractericen al vehículo. Una vez conocidas estas conductas podrán obtenerse patrones de comportamiento, y finalmente podrán definirse estrategias y políticas adecuadas para mejorar la circulación en la infraestructura o gestionarla de la forma más racional posible.

### 4. Lectura de matrículas aplicada a la planificación vial

Una correcta planificación vial parte por conocer con exactitud cuáles son los trayectos de los vehículos en un determinado tramo de la carretera

	A	B	C	D	E	Ti
A	0	0	50	0	0	50
B	0	0	60	0	30	90
C	0	0	0	30	0	30
D	20	0	80	0	20	120



Nodos de origen/destino en la movilidad,

ra, es decir obtener una matriz origen - destino de los desplazamientos que se realizan.

En todos los estudios de planificación, la obtención de la matriz O-D es uno de los procesos más costosos, ya que se realiza mediante encuestas que requieren muchos recursos humanos además de dificultar el tráfico por la vía mientras se están realizando dichas consultas.

Otro factor negativo es que la matriz O-D obtenida tiene que ser ac-

tualizada cada cierto periodo de tiempo mediante la realización de aforos en lugares estratégicos y la aplicación de modelos matemáticos para extrapolar los resultados al total de la población; y sin embargo, la actualización no siempre representa con veracidad los desplazamientos que se producen.

Mediante la implantación de un sistema de lectura de matrículas se puede conseguir una matriz O-D permanentemente actualizada, hasta incluso en tiempo real, ya que cada uno de los vehículos que entran por cada acceso es reconocido tanto en este punto como en las distintas salidas.

Las matrices obtenidas pueden manipularse por umbrales horarios, por tipo de día, por tipo de estación del año y por tipo de vehículo, lo que facilita cualquier estudio que se quiera realizar para planificar modificaciones estructurales en la vía, nudos de entrada o salida, previsión de obras o cortes de carril, etc.

Otra gran ventaja reside en que mediante la matriz O-D y modelos informáticos de simulación de tráfico, se pueden realizar ajustes y otro tipo de estudios para cuantificar la repercusión de una actuación concreta sobre la vía con anterioridad a su ejecución, de tal manera que se puede evaluar su idoneidad (p.ej: tareas de conservación y mantenimiento como más adelante se indican).

### **5. Lectura de matrículas aplicada a la gestión de infraestructuras**

Las aplicaciones pueden extenderse a la gestión de infraestructuras partiendo de una situación ideal en la que se encuentran controladas tanto las entradas y salidas como diversos puntos troncales estratégicamente repartidos a lo largo de la traza.

Con esta arquitectura puede seguirse la trayectoria de todos y cada uno de los vehículos que entran en la infraestructura y controlarlos hasta su salida de la misma. Esto quizá no parezca muy interesante si no se combina con las posibilidades que



Mercancías peligrosas.

han abierto los nuevos sistemas de visión artificial, las cuales son ya capaces de detectar las marcas en remolques que implican tanto el transporte de mercancías convencionales como peligrosas. Una vez cruzada convenientemente la información de la matrícula del vehículo con su respectiva carga, resulta muy sencillo configurar el sistema informático de gestión para realizar un seguimiento a lo largo de la traza de la infraestructura de todos los vehículos que puedan resultar conflictivos e incluso peligrosos para el resto de usuarios.

A partir de la información anterior podrá crearse una base de datos histórica que almacene las matrículas de los vehículos, la carga que suelen transportar y de alguna forma informen de si en alguno de los tránsitos de dicho vehículo ha habido algún tipo de incidencia con el mismo. De esta manera se dispondrá de una herramienta que en tiempo real permita localizar los vehículos que usan habitualmente la infraestructura y que además han provocado en ciertos momentos algún tipo de incidencia, pudiéndose fomentar su seguimiento bien por el sistema de circuito cerrado de televisión, o bien por las brigadas de mantenimiento y vialidad invernial.

También será por tanto posible disponer de una serie de matrículas a las que aplicar diferentes restricciones en función de la información histórica anteriormente comentada. Es

to es lo comúnmente conocido como "lista negra", si bien en esta ocasión no está encaminada a efectos represivos sino a realizar un seguimiento de un trayecto para mejorar tanto la seguridad del resto de los usuarios de la vía como la del propio vehículo conflictivo en cuestión.

### **6. Lectura de matrículas aplicadas al seguimiento de flotas**

Las empresas concesionarias disponen de un parque de vehículos fijo y perfectamente identificable, con lo que el sistema de lectura de matrículas puede ayudar a ubicar a cada patrulla a lo largo de la carretera, de tal forma que puedan optimizarse los servicios de mantenimiento y vialidad invernial. Aplicando este mismo concepto en condiciones meteorológicas adversas, por ejemplo en lo referente a la nieve, se podrán conocer con detalle los tiempos de paso de los equipos quitanieves y el tramo de carretera en el que los mismos se encuentran en cada momento.

### **7. Lectura de matrículas aplicada al mantenimiento**

Otra funcionalidad añadida que puede complementar los estudios realizados sobre la fatiga del firme con-

sistiría en cruzar la información de mantenimiento con los datos de las matrices origen-destino por trayecto y tipo de vehículo. Con esta información completa podrán ajustarse los intervalos de reposición, rehabilitación o mejora del firme optimizando la relación coste-resultado.

También es posible optimizar la franja horaria de actuación de los servicios de mantenimiento de modo que las incidencias de estas tareas sobre el tráfico tenga el menor efecto posible.

Es un medio avanzado de conocimiento del comportamiento de los usuarios, tanto el de los constituyentes del tránsito rodado como el de los directamente implicados en las labores de conservación y mantenimiento.

Permite controlar los tiempos de presencia de estos servicios en la forma de extendedoras de fundentes, equipos de barredoras, cortes parciales de carriles, u otras aplicaciones como la definición de patrones de comportamiento del firme en función de los vehículos que lo han utilizado y la velocidad media a la que han circulado, permitiendo así conocer o definir estrategias y políticas de actuación a corto y medio plazo. ■



Gestión de flotas.



Tareas de mantenimiento.

# RUTAS

REVISTA DE LA A.I.P.C.R. ESPAÑOLA

Para información y suscripciones pueden dirigirse a:

Asociación Técnica de Carreteras  
 Monte Esquinza, 24, 4.º Dcha.  
 Teléf. 91 308 23 18/19  
 28010 MADRID

Deseo suscribirme por un año a la revista RUTAS, cuyo importe de 60,10 € para miembros de la A.I.P.C.R. y 66,11 € para no miembros (+ 4% I.V.A. y gastos de envío) correspondiente envío adjunto por:

Talón

Giro

Transferencia

NOMBRE .....

CIF .....

DIRECCIÓN .....

TFNO. .... CIUDAD .....

PROVINCIA .....

AÑO 2010

FECHA:

FIRMA:

**Francisco José Lucas Ochoa,**  
Director Técnico de Asfaltos Repsol  
YPF Lubricantes y Especialidades,  
S.A. ATC-Comité de Conservación.

### Resumen

Los neumáticos fuera de uso representan un problema medioambiental y ya en el Plan Nacional de Neumáticos Fuera de Uso de España, aprobado en 2001 y revisado en 2006, se establecía como línea prioritaria de actuación la valorización de estos residuos mediante su reciclado, frente a otras alternativas

# Rehabilitación de firmes con mezclas bituminosas en caliente fabricadas con betunes caucho

como la valorización energética, y la prohibición expresa del vertido de neumáticos. La legislación, los sistemas integrados de recogida, la reutilización y valorización de NFU, y la sensibilidad de ciertos sectores al problema, están posibilitando su minimización

La carretera es, probablemente, el mercado potencialmente más importante para la valorización del residuo. La normativa técnica en materia de mezclas bituminosas para carreteras está ampliamente desarrollada y catalogadas las diferentes técnicas y gamas de ligantes que contemplan el empleo de NFU.

Actualmente están normalizadas tres gamas de ligantes bituminosos fabricados con PNFU: los betunes mejorados BC, los betunes modificados BMC y los betunes modificados de alta viscosidad BMAVC. Las aplicaciones de estos ligantes son múltiples, permitiendo la fabricación de prácticamente cualquier tipo de mezcla considerada en la normativa de carreteras de España, por lo que en operaciones de rehabilitación de firmes, ya sea superficial o estructural,



en conservación de carreteras se puede contemplar el empleo de mezclas fabricadas con betunes con polvo de neumático fuera de uso.

**Palabras clave:** conservación, rehabilitación, firmes, mezclas bituminosas, betunes, polvo de neumático, medioambiente, sostenibilidad.

### Antecedentes

El Plan Nacional de Neumáticos Fuera de Uso (NFU) de España, aprobado en 2001 y revisado en 2006, establece como línea prioritaria de actuación la valorización de estos residuos mediante su reciclado, frente a otras alternativas como la valorización energética, y prohíbe expresamente el vertido de neumáticos, ya sean enteros o troceados.

Dentro de las posibles técnicas de valorización se contempla la de su utilización en las obras públicas, siempre que sea técnica y económicamente viable. En octubre de 2002 la Dirección General de Carreteras, perteneciente al Ministerio de Fomento

de España, emitió la Orden Circular 5 bis/02 en la que se establecen unas condiciones para la adición de polvo de neumáticos usados en mezclas bituminosas, cuyo objetivo básico era servir de puente hasta la correspondiente modificación del PG-3, normativa técnica de carreteras de España, que estableciera definitivamente los criterios de empleo de este modificador. Posteriormente, la O.M. 891/2004 aprueba las modificaciones de los artículos correspondientes del PG-3, dando prioridad a la utilización de polvo de neumático fuera de uso. Con la publicación del "Manual de empleo de caucho de NFU en Mezclas Bituminosas" por parte del CEDEX (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas) y finalmente, con las O.C. 21/2007 y O.C. 21 bis/2009 sobre el uso y especificaciones que deben cumplir los ligantes y mezclas bituminosas que incorporen caucho procedente de neumáticos fuera de uso (NFU), finaliza un largo camino iniciado años atrás. Este impulso normativo por parte de la Dirección Ge-



se viene debatiendo en qué medida dicho sistema supone o no la existencia de un ligante diferente al betún utilizado en la mezcla, en este artículo se considerarán como ligantes elaborados con polvo de neumático fuera de uso a los productos resultantes del empleo de la llamada vía húmeda, esto es, la incorporación del polvo al betún previamente a su utilización en la mezcla bituminosa. No obstante, reseñar que tanto la OC 21/2007 como el “Manual de empleo de caucho de NFU en Mezclas Bituminosas” por parte del CEDEX, contemplan la posibilidad de emplear la vía seca.

## 2. Aspectos técnicos del betún caucho procedente de NFU

### 2.1. Interacción betún-caucho

Cuando el betún y el polvo de caucho se mezclan hay una interacción entre ambos materiales. Esta interacción, definida como reacción be-

ción que pueden ajustarse (dentro de unos límites) para obtener el producto deseado.

Se produce un proceso de absorción, por parte de las cadenas de polímero natural y sintético existentes en el grano de polvo de neumático, de los componentes más ligeros o aromáticos del betún, produciéndose en el mismo un efecto de hinchamiento. Así pues, a priori, parece que no se trata de una reacción química. El caucho natural es más reactivo con las fracciones más aromáticas del betún que el sintético, y parece evidente que cada grupo de cadenas caracterizará de manera diferente al ligante en función de su tipología.

La reacción no termina con una fusión del polvo de caucho en el betún, sino que a medida que interacciona con el betún se va hinchando y ablandando. Además, las partículas que han reaccionado se hacen más pegajosas y desarrollan una cierta capacidad adhesiva. Una partícula totalmente reaccionada puede incrementar su volumen de 3 a 5 veces respecto a su volumen original.

Una forma de controlar el proceso es medir la viscosidad del sistema betún+polvo. A medida que el betún y el polvo de caucho van interaccionando, éste absorbe la fracción aromática del betún, perdiendo este último fluencia; y la viscosidad de la mezcla se incrementa según se reduce la capacidad de lubricación de los aceites aromáticos del ligante. Además, el hinchamiento y las características adhesivas del caucho ya reaccionado favorecen el incremento de la viscosidad.

### 2.2. El neumático

La capacidad del polvo de caucho para mejorar las capacidades del ligante depende de su compatibilidad con el betún que, a su vez, está ligada a la composición de ambos materiales. La composición del polvo de caucho es una mezcla de numerosos cauchos provenientes de diferentes tipos y partes de neumáticos. Para cualquier propósito práctico, la capacidad de cambiar la composición total de esta mezcla es relativamen-



neral de Carreteras del M<sup>o</sup> de Fomento ha venido animando al sector en el desarrollo de nuevos procedimientos y aplicaciones de estos ligantes de forma que, en estos momentos, nos encontramos en una posición idónea para que, a través de distintos tipos de ligantes, se genere un consumo muy significativo de neumáticos reutilizados en los firmes de las carreteras españolas.

Aunque desde los primeros desarrollos y patentes existentes sobre la vía seca (introducción del polvo directamente a la mezcla áridos+betún)

tún-caucho, viene condicionada por diferentes parámetros. Con carácter general, es decir, independientemente del proceso de fabricación de los betunes con polvo de NFU, la reacción está influenciada por la temperatura a la que se produce, el tiempo durante el que la temperatura permanece elevada, el tipo y cantidad de energía mecánica aplicada, el tamaño y la textura del polvo de caucho, y la fracción aromática del betún. La temperatura de mezcla, el tiempo y la energía mecánica, son parámetros del proceso de produc-

te limitada; y probablemente cualquier pre-proceso de selección de los neumáticos tenga una repercusión económica inaceptable para que el proceso se estandarice con cierta normalidad. No obstante, conviene tener presente que la compatibilidad de los cauchos naturales, mayoritaria en los neumáticos de vehículos pesados, es mayor que la de los cauchos sintéticos, mayoritarios en los vehículos ligeros: por lo que suelen preferirse los neumáticos procedentes de camiones a los de coches.

El grado de estudio y perfeccionamiento alcanzado en los neumáticos para dar las prestaciones para las que son diseñados, ha hecho que los diferentes componentes del mismo hayan alcanzado un alto grado de especialización para obtener el máximo rendimiento: por lo que los diferentes elementos que constituyen el neumático tienen estructuras químicas muy diferentes. Pero sí se puede hablar de al menos un elemento común: el caucho, el cual se encuentra en el neumático en estado natural y sintético. El primero proporciona elasticidad, mientras que el segundo confiere estabilidad térmica al mismo ante la interacción neumático-rodadura.

Durante la fabricación del neumático, el caucho se somete a un proceso de encadenamiento de polímeros del propio caucho con moléculas de azufre con la ayuda de presión y temperatura, produciendo enlaces muy estables y de difícil rotura.

Otro componente que entra en juego es el negro de humo, el cual se emplea para garantizar la adecuada resistencia del caucho a la oxidación. Otros elementos que encontramos en el neumático son textiles y acero, los cuales constituyen la estructura del neumático, responsable de absorber y de transmitir cargas y esfuerzos.

### 2.3. Mecánica de los betunes caucho e influencia posterior en la mezcla.

Para comprender los mecanismos de funcionamiento de las mezclas con polvo de caucho hay que tener presente que, en general, los sistemas de producción no llegan a completar

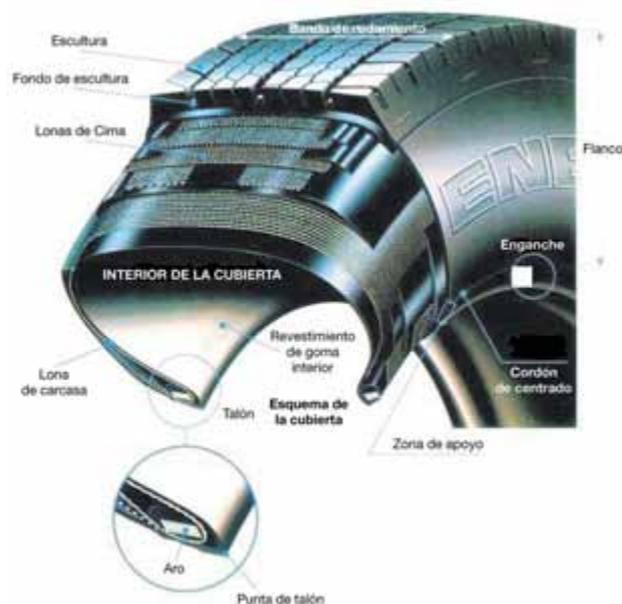
el proceso de hinchamiento-plastificación de los gránulos de caucho. Por ello, la OC 21 bis/2009 indica un período mínimo de digestión, asegurando así un tiempo suficiente para que el ligante resultante obtenga las prestaciones deseadas (sólo aplicable a betunes mejorados y betunes modificados de alta viscosidad con caucho).

Nos encontramos, por tanto, con un porcentaje de gránulos que mantienen total o parcialmente su carácter de sólidos elásticos dispersos en el betún, el cual a alta temperatura durante el proceso de mezcla con los áridos tiende al estado líquido.

En general, la presencia de estos gránulos elásticos aumentará la capacidad de respuesta elastomérica de la mezcla y, en sentido positivo, esto debería conducir a mejorar su comportamiento en algunos aspectos como un mejor comportamiento frente a la reflexión de fisuras, una menor generación de ruido de rodadura (a igualdad de textura superficial de la mezcla) y, eventualmente, una mayor facilidad para el despeje/rotura de una película de hielo.

Sin embargo, el factor que más suele verse afectado y al que hay que prestar más atención es el de la compactación. Por lo que hemos ido viendo, las mezclas que contienen polvo de neumático presentan mayor dificultad para alcanzar la compactación por el efecto elástico de los gránulos, que deshacen parcialmente el efecto de los compactadores, especialmente con temperaturas altas. De hecho se observa que el porcentaje de huecos obtenido en el ensayo Marshall resulta mayor que los que posteriormente se obtienen en obra con un cuidado proceso de compactación.

Mantener la compactación más allá



de los límites de temperatura habituales parece la mejor receta para evitar problemas. Como es lógico, este efecto se pone más de manifiesto cuanto mayor es el contenido de caucho reciclado y menor su nivel de hinchamiento-plastificación, es decir: cuando el porcentaje de polvo que no ha absorbido la parte aromática del betún es alto.

### 3. Tipología de betunes con caucho y mezclas aptas para su empleo en conservación de firmes

Dentro del campo de la vía húmeda nos encontraríamos ante tres tipos de ligantes fabricados con caucho reciclado, que responderían a las denominaciones de: betunes modificados de alta viscosidad con caucho o de alto contenido de caucho, betunes modificados con caucho o de medio contenido de caucho, y por último, betunes mejorados con caucho o de bajo contenido de caucho.

#### 3.1. Betunes modificados de alta viscosidad con caucho (BMAVC).

Se trataría de un grupo de betunes modificados con una elevada tasa de adición de polvo de NFU o igualmente, no teniendo esa alta tasa de incorporación, que contemplaran una concentración media de polvo de neumático pero alcanzando los niveles de viscosidad mediante la adi-



Refuerzo de altas prestaciones. M-501 y M-855. Comunidad de Madrid. Contratista: Ecoasfalt. BBTM 11 M B con BMAVC-3.

ción de aditivos, los cuales además reforzarían la capacidad de retorno elástico que el polvo de neumático sólo moderadamente aporta.

Como se verá posteriormente, parece que a priori, debido a la posibilidad de una mayor dotación de ligante en mezcla por la mayor viscosidad del sistema betún/polvo, esta tipología sería interesante en sistemas resistentes a la fisura por reflexión (recordar que el betún es el elemento capaz de absorber los esfuerzos de tracción a los que se verá sometida la mezcla); y esta última propiedad mejorada de recuperación elástica incrementaría el valor funcional del sistema. De hecho, la propia O.C. 21/2007 especifica, en su definición del betún modificado de alta viscosidad con caucho, que “la incorporación esencial para su obtención debe ser caucho procedente de neumáticos fuera de uso, pero se puede admitir la adición de otros productos elastoméricos, al objeto de mejorar y garantizar sus propiedades”.

Se caracterizan esencialmente por su alta viscosidad a temperaturas elevadas, un elevado punto de reblandecimiento y unos valores de retorno elástico moderados, que como hemos comentado, en fabricación en central podría ser indudablemente mejorado.

En la normativa española, y a propuesta del “Manual de empleo de caucho de NFU en mezclas bituminosas”, existen tres niveles de BMAVC correspondiendo con las tres penetraciones más bajas: 15/30, 35/50 y 55/70 de los betunes modificados del artículo 215 del PG-3 de betunes

modificados. A menor penetración, mayor sería la viscosidad a alta temperatura y el punto de reblandecimiento. Por el contrario, los mejores valores de recuperación elástica y punto de fragilidad corresponderían al tipo de mayor penetración.

El campo de aplicación más interesante para estos ligantes, y del que existe más experiencia en España, sería el de las mezclas en caliente con alta resistencia a la fisuración por reflexión. La granulometría de la mezcla debería ser suficientemente abierta para posibilitar un diseño con contenidos muy altos (superior al 7% s/áridos) de BMAVC. Este tipo de mezclas están siendo ampliamente consideradas en operaciones de conservación de carreteras que presentan una fisuración acusada, especialmente las procedentes por reflexión de capas inferiores tratadas con conglomerante hidráulico.

Parece claro que estos ligantes también estarían indicados para el diseño de mezclas discontinuas, resultando más coherentes en las mezclas BBTM B frente a las BBTM A, y mezclas drenantes PA en todas las rodaduras de carreteras con tráfico alto en lugar de los betunes modificados clásicos, frente a los que presentan la ventaja de poder aumentar el contenido de ligante y con ello su durabilidad, pero también el coste.

En el balance durabilidad/ coste estaría el quid de la decisión, aunque parece claro que la experiencia española de los últimos 20 años con los betunes modificados clásicos es tan positiva que únicamente en cir-

cunstancias excepcionales tendría sentido el empleo de los modificados de alta viscosidad. Quizá uno de ellos podría ser el del diseño de mezclas drenantes con porcentajes de huecos próximos al 30%, en la búsqueda de una mayor capacidad de drenaje o de una importante reducción del impacto acústico.

Por el contrario, no parece que los betunes modificados de alta viscosidad sean adecuados para ser empleados en mezclas de granulometría cerrada, al menos sin un cuidadoso estudio de la criticidad de la composición y de las condiciones de compactación.

### 3.2. Betunes modificados con caucho (BMC)

Se trataría de los betunes modificados del artículo 215 del PG-3, en los que la modificación se obtiene mediante la adición, exclusiva o no, de caucho. Por tanto deberían cumplir las especificaciones del 215, y así lo recoge inequívocamente la O.C. 21/2007.

Se cabe hacer una clara separación entre los siete tipos de betunes modificados del art. 215. Por un lado estarían los poco elastoméricos, diseñados originalmente con polímeros del tipo plastómero, es decir BM-1, BM-2 y BM-3a, caracterizados por admitir ductilidades y retornos elásticos muy bajos. Ya existen experiencias positivas de fabricación y empleo de BM-2 y BM-3a con caucho de NFU. No así, al parecer, de BM-1.

En el segundo grupo estarían los betunes modificados de carácter “elastomérico”, es decir: BM-3b, BM-3c, BM-4 y BM-5, cuyas características de ductilidad y, especialmente, de retorno elástico a torsión, requieren necesariamente para poder ser fabricados con polvo de NFU algún tipo de aditivo mejorador, típicamente algún polímero elastomérico. También existe amplia experiencia en la fabricación de BM-3b y BM-3c con caucho de NFU. No así de BM-4 y BM-5.

Con la experiencia acumulada hasta el momento, la fabricación de estos ligantes puede hacerse tanto en una planta fija de betunes modificados

o en planta móvil adosada a la de mezcla en caliente, aunque las plantas fijas suelen disponer de mejores medios de control de producción y de control de calidad del producto terminado. Los porcentajes de polvo de caucho empleado suelen estar entre el 8% y el 12%, dependiendo fundamentalmente de la tipología y cantidad de aditivo estabilizador y garante de las condiciones de retorno elástico.

Respecto a los campos de aplicación de estos betunes modificados con caucho, en lo relativo a mezclas para ser empleadas en refuerzos de firmes, serían los mismos que los betunes modificados clásicos: capas de rodadura para tráficos altos obligatorio y opcional en los tráficos bajos; capas intermedias en las que se quiera potenciar alguna propiedad como la resistencia a deformaciones plásticas (BMC-1 o BMC-2), o fatiga (BMC-3b y BMC-3c); mezclas antifisuras (BMC-3c y BMC-4) o sistemas antifisuras tipo SAMI o geotextil impregnado (BM-4 y BM-5). En principio, la única limitación estará del lado de las mezclas de alto módulo que, conforme al artículo 542 de Mezclas Bituminosas en Caliente del PG-3, se deben fabricar con BM-1. Las razones serían las mismas que en el caso de los betunes modificados de alta viscosidad. Asimismo, en el caso de las mezclas de granulometría cerrada se deberá estudiar con cuidado la composición para tener en cuenta el efecto del caucho y evitar problemas en la compactación y post-compactación.

### 3.3. Betunes mejorados con caucho (BC)

Se trataría de betunes modificados con caucho que no cumplen la especificación del artículo 215 del PG-3, pero en los que la incorporación del polvo de NFU permite alcanzar unas características interesantes para ser empleados con ventaja frente a los betunes convencionales, que no frente a los modificados. Estas características quedarían intermedias entre las de los betunes convencionales del artículo 211 y los modificados del 215. Los porcentajes de polvo de NFU en estos ligantes se sitúan



Fresado y reposición A-6. Valladolid. Ministerio de Fomento. Hergonsa. AC 22 S con BMC-2.

alrededor del 6- 8%, y podrían también llevar algún aditivo para permitir la estabilización de la mezcla y poder trabajar con ellos como con los betunes convencionales.

El campo prioritario de estos ligantes mejorados sería el mismo que el de los betunes normales, esto es, las mezclas tipo AC S y G para capas intermedias y de base en todo tipo de tráfico, con el objetivo de aprovechar las características del caucho para aumentar la durabilidad de los firmes: por lo que son muy adecuadas para las típicas operaciones en actuaciones de conservación de fresado y reposición. En este sentido, parece lógico que existan, al menos, betunes mejorados de penetración similar a la de los convencionales más empleados: B 35/50 y B 50/70, con características mejoradas frente a las de éstos.

También podrán emplearse estos betunes mejorados en capas de rodadura para tráficos menores, en las que el coste de los betunes modificados clásicos ha venido, hasta ahora, limitando el uso de este tipo de ligantes. Este empleo podría extenderse tanto a mezclas cerradas como a mezclas discontinuas, menos empleadas en estos tráficos más ligeros, poniendo el énfasis en el diseño de mezclas flexibles para tráficos ligeros y en rodaduras discontinuas en tráficos ligeros, que proporcionen mayores niveles de seguridad y confort. En cualquier caso, no debería entenderse esto como una invitación a sustituir los modificados

clásicos por estos mejorados con caucho, ya que sus características están lejos de poder asimilarse. Los betunes mejorados deberían servir para mejorar las prestaciones de las mezclas que actualmente se diseñan con betunes convencionales.

Puede derivarse de la O.C. 21/2007 que, respecto al betún mejorado con caucho BC, especifica que podrá utilizarse "En la fabricación de mezclas bituminosas en caliente, en las mismas condiciones y capas que las indicadas para los betunes de penetración en las tablas 542.1 y 543.1 del PG-3. Serán por tanto de aplicación en las capas inferiores (intermedia o base) de los firmes de las categorías de tráfico pesado a T41 y en la capa superior (rodadura) en las categorías de tráfico pesado T1 a T4": lo cual representa el grueso del paquete de firme, y por lo tanto, un mayoritario porcentaje de las toneladas de betún que se venden en España. Parece pues, que es precisamente este ligante mejorado el que pudiera resolver parcialmente la acumulación de las más de 300 000 t que se generan al año de neumáticos fuera de uso, si lo comparamos con las anteriores soluciones de betunes modificados y betunes modificados de alta viscosidad, donde indudablemente, a pesar que los contenidos unitarios de polvo de neumático son mayores, su presencia en el paquete de firme es significativamente menor.

## Conclusiones

- Los neumáticos fuera de uso representan un problema medioambiental. La legislación, los sistemas integrados de recogida, reutilización y valorización de NFU, y la sensibilidad de ciertos sectores al problema, están posibilitando su minimización

- La carretera es probablemente el mercado potencialmente más alto para la valorización del residuo. La normativa en materia de mezclas bituminosas para carreteras está ampliamente desarrollada, catalogando perfectamente las diferentes técnicas y gamas de ligantes que contemplan el empleo de PNFU.

- La vía húmeda de incorporación del PNFU al betún, en su empleo en la fabricación de MBC, es una alternativa de valorización material de los NFU, aunque no única, probada, con numerosas experiencias reales, y normalizada

- El PNFU interactúa con el betún de penetración, confiriendo al ligante cualidades mejoradas.

- Están normalizadas tres gamas de ligantes bituminosos fabricados con PNFU: los betunes mejorados BC, los betunes modificados BMC y los betunes modificados de alta viscosidad BMAVC. Las aplicaciones de estos ligantes son múltiples, permitiendo la fabricación de prácticamente cualquier tipología de mezcla considerada en la normativa de carreteras de España.

- Las operaciones de rehabilitación de firmes, superficial o estructural, en conservación de carreteras, pueden considerar el empleo de mezclas fabricadas con betunes con polvo de neumático fuera de uso.

## Bibliografía

**Dirección General de Carreteras, Mº Fomento:** Orden Circular 5bis/2002 sobre las condiciones para la adición de polvo de neumáticos usados en las mezclas bituminosas.

Madrid, 31 de octubre de 2002.

**Dirección General de Carreteras, Mº Fomento:** Orden Circular 21/2007 sobre el uso y especificaciones que deben cumplir los ligantes y mezclas bituminosas que incorporen caucho procedente de neumáticos fuera de uso (NFU). Madrid, 11 de julio de 2007.

**Dirección General de Carreteras, Mº Fomento:** Orden Circular 21bis/2009



Planta adaptada a OC 21 bis/2009, Grupo Sacyr. Aranda de Duero (Burgos).

sobre betunes mejorados y betunes modificados de alta viscosidad con caucho procedentes de neumáticos fuera de uso (NFU) y criterios a tener en cuenta para su fabricación *in situ* y almacenamiento en obra. Madrid, 23 de marzo de 2009.

**Dirección General de Carreteras, Mº Fomento:** "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes" PG-3. 2004.

**Dirección General de Carreteras, Mº Fomento:** Norma 6.3-I.C. "Rehabilitación de firmes" 28 de Noviembre, 2003.

**Dirección General de Carreteras, Mº Fomento:** "Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de conservación de carreteras" PG-4. 18

de enero de 2002.

**CEDEX (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas), Mº de Fomento:** "Manual de Empleo de Caucho de NFU en Mezclas Bituminosas". Mayo de 2007

**Bardesi, A.** "Nuevos ligantes modificados con Polvo de Caucho". Empleo de Polvo de Neumáticos Fuera de Uso en Mezclas Bituminosas. Jornada Intevía, Valencia, Abril 2007.

**Tomás, R.** "El polvo de neumático fuera de uso. Aplicaciones". Empleo de Polvo de Neumáticos Fuera de Uso en Mezclas Bituminosas. Jornada Intevía, Valencia. Abril 2007.

**López, J.; Grau, J., S.; Muñoz, E.:** "Relación de los Firmes Asfálticos Fabricados con Neumáticos Usados (PNFU) y la Seguridad Vial. Firmes Ecosigueros". IV Jornada Nacional de ASEFMA. Madrid, 25 y 26 de marzo de 2009.

**García, C; Del Cerro, J.; Hernández, M. J.; Hidalgo, A.:** "Investigación de Mezclas Bituminosas en Caliente fabricadas con PNFU para la reducción del Ruido de Rodadura". II Jornada Nacional de ASEFMA, Madrid, 2008.

**De la Riva Francos, J. A.:** "Experiencia en la utilización de polvo de neumáticos (NFU) en las mezclas bituminosas empleadas

en las carreteras de la Comunidad de Madrid". I Jornada Europea sobre reciclado y valorización de neumáticos fuera de uso. Sevilla 6 y 7 de Mayo de 2009.

**Cabanillas, P.; Colás, M. M.; Soto, J. A.:** "Influencia de las características del polvo de NFU en la calidad de los betunes con caucho". V Jornada Nacional de ASEFMA, 19 de mayo de 2010.

**Lucas, F. J.; Martín, C. M.; Cifuentes, J. L.; Pradas, J. L.; Corraliza, S.:** "Empleo de BMAVC-3 como ligante en mezclas discontinuas de altas prestaciones para capas de rodadura. Experiencia Comunidad de Madrid". V Jornada Nacional de ASEFMA, 19 de mayo de 2010. ■

# El Ministerio de Fomento pone en servicio los tramos Abadín-Castromaior y Castromaior-Touzas de la Autovía del Cantábrico A-8

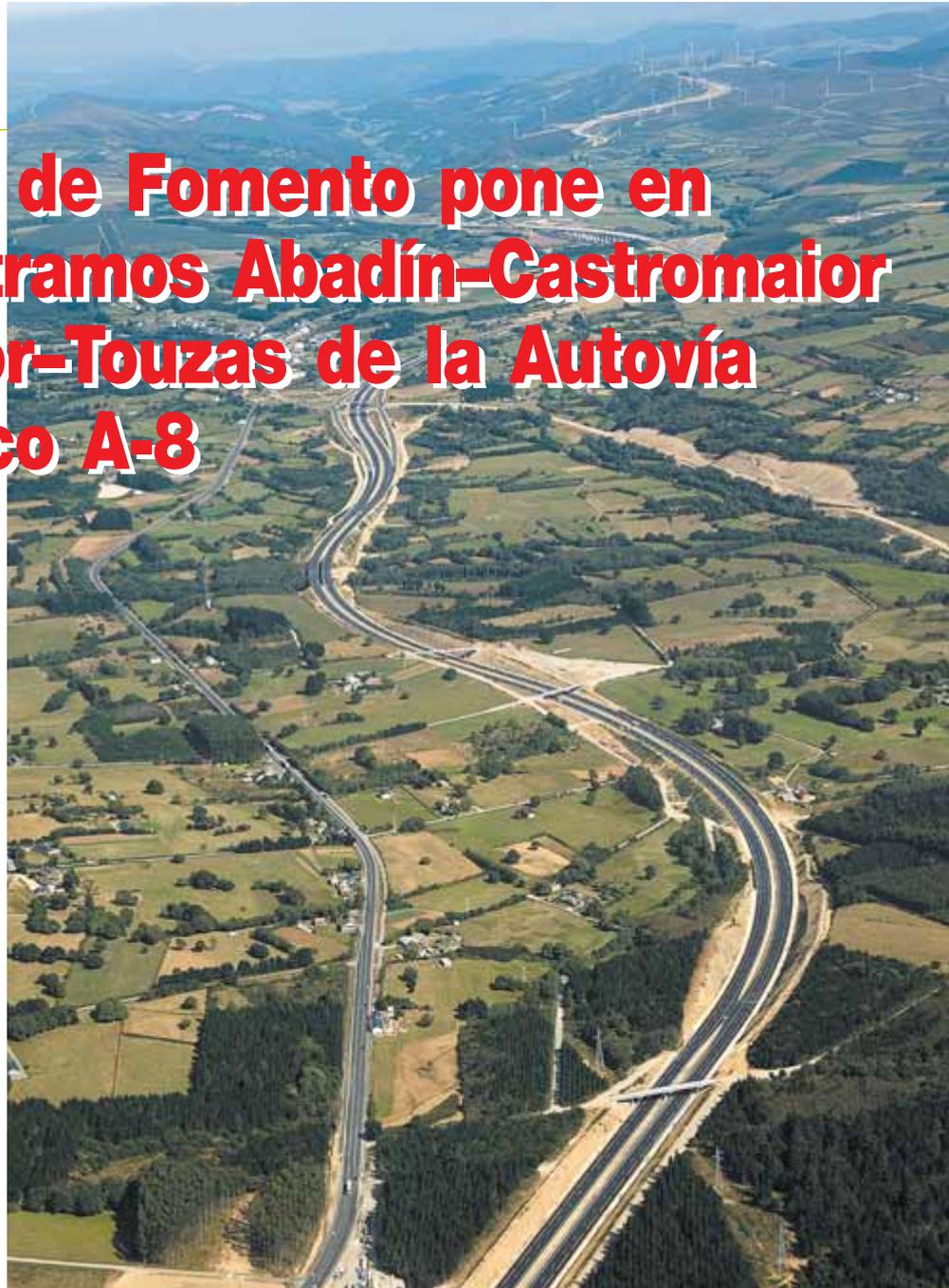
**Andrés Corral González**  
y **Aldo Zupicich Puga**, Ingenieros  
de Caminos, Canales y Puertos  
y Directores de las Obras.

**E**l 9 de octubre de 2010, en un acto presidido por el *Ministro de Fomento*, **D. José Blanco**, fueron puestos en servicio los tramos “Abadín – Castromaior” y “Castromaior – Touzas” de la autovía del Cantábrico A-8, que discurren por el norte de la provincia de Lugo, en los términos municipales de Abadín y Vilalba, y que han supuesto una inversión de 56,3 millones de euros incluidos los costes de expropiación y de sus asistencias técnicas.

Con la construcción de la Autovía A-8 del Cantábrico se pretende canalizar el importante tráfico de largo y medio recorrido que discurre por el norte peninsular, desde Galicia hasta el País Vasco, abriendo una nueva vía segura, moderna y eficaz para las comunicaciones nacionales e internacionales, sustituyendo a la actual N-634 de San Sebastián a Santiago de Compostela.

Se trata de una infraestructura clave para la conexión de Galicia con las redes transeuropeas de transporte y la cornisa Cantábrica, discuriendo el itinerario gallego en su totalidad a través de la provincia de Lugo, entre las localidades de Ribadeo y Baamonde.

El tramo gallego de la Autovía del Cantábrico conecta directamente con la Autovía del Noroeste (A-6) en Baamonde, y a través de ella con la Autopista del Atlántico (AP-9), con A Coruña, Santiago de Compostela, Pontevedra, Vigo y Portugal a través



Vista del enlace de Martiñán, del tramo Touzas-Castromaior. Al fondo se observa el desvío de la N-634, donde comienza el tramo Castromaior-Abadín.

del itinerario IP-1 (Oporto, Lisboa). También conecta con Ferrol a través de la autovía autonómica AG-64 Ferrol-Vilalba y con Lugo a través de la propia A-6.

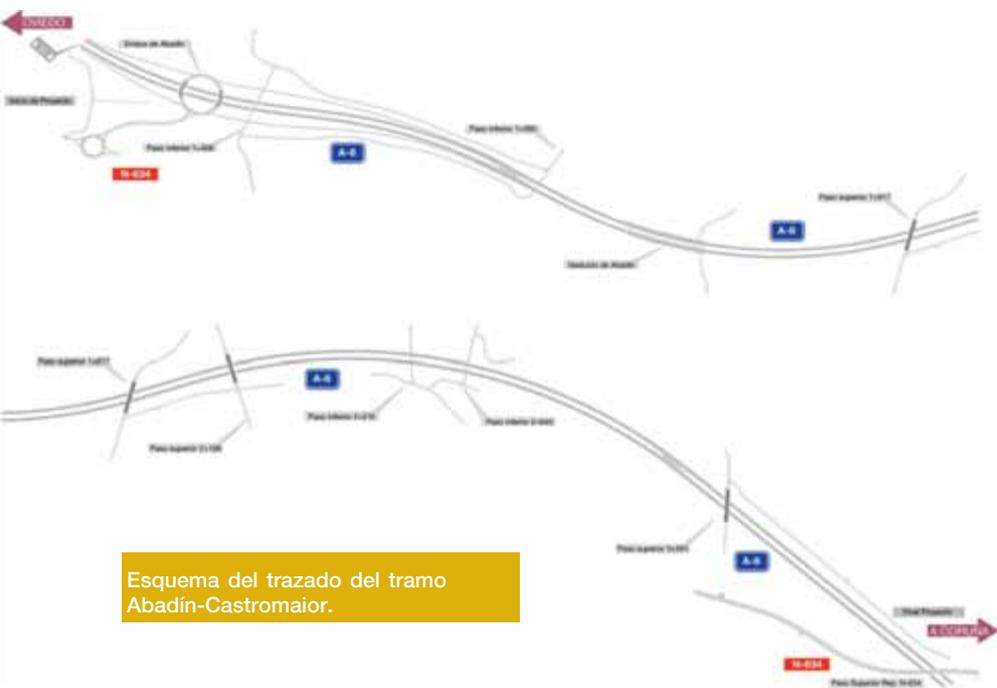
Los tramos que se han puesto en servicio entre Abadín y Touzas (Vilalba) forman parte de dos contratos de obras colindantes: el primero, el tramo Abadín-Castromaior; y el segundo, el tramo Castromaior-Touzas, que totalizan una longitud de 9,6 km.

El tramo Abadín-Castromaior ha sido ejecutado por la empresa S.A. de Obras y Servicios, COPASA, y el tramo Castromaior-Touzas por la unión temporal de empresas (UTE) Cyopsa Sisocia-Abaldo-OPR.

### Secciones tipo

El tronco de autovía cuenta con dos calzadas con dos carriles por sentido de circulación de 3,50 m, arcenes exteriores de 2,50 m e interiores de 1,50 m; se dispone a su vez de bermas de 1 m a cada lado y una mediana de 6,00 m de ancho.

La sección de firme adoptada corresponde con la clasificación de tráfico pesado T1 y se compone de una capa de rodadura drenante tipo PA-12 de 4 cm de espesor sobre una capa intermedia D-20 de 6 cm de espesor y una capa base tipo G-25 de 10 cm de espesor, con subbase de suelocemento de 20 cm de espesor. La



Esquema del trazado del tramo Abadín-Castromaior.

explanada sobre la que se asienta el paquete de firmes es tipo E-3 y ha sido estabilizada in situ con cemento en un espesor de 30 cm.

## Descripción de las obras

### TRAMO: ABADÍN-CASTROMAIOR

Este tramo de 3 996 m de longitud, que ha sido diseñado para una velocidad de 100 km/h, radio mínimo en planta de 1 000 m y pendiente máxima del 5%, conecta por el Norte, en su origen con el tramo Abadín-Careira y en su final, al Sur, con el de Touzas-Castromaior. El trazado avanza, con el mismo kilometraje que la carretera N-634, de norte a sur, es decir: desde el Cantábrico hacia la Autovía del Noroeste, A-6, desarrollándose todo el tramo en el término municipal de Abadín (Lugo). El origen se localiza pasado el cruce con la carretera autonómica de Moncelos- Abadín (LU-113), a unos 200 m al sur de la actual travesía de Abadín de la N-634. Se ha ejecutado un paso inferior para la reposición de dicha carretera autonómica en este punto.

En el inicio del trazado se proyecta el enlace de Abadín, que permite conectar la autovía A-8 con el núcleo urbano de Abadín y con la ac-

tual N-634. Se trata de un enlace tipo diamante con glorieta superior que permite efectuar todos los movimientos, incluidos los cambios de sentido.

El trazado desciende después hacia el río Abadín, que se salva mediante un viaducto de 5 vanos y 180 m de longitud. Desde aquí, el trazado asciende hasta el final del tramo que se localiza una vez cruzada la



La vista comprende todo el tramo, que discurre en paralelo a la N-634. Se observan las reposiciones de la red de caminos realizada mediante pasos superiores e inferiores.

carretera N-634, en un collado del monte de Abeleira. El cruce con dicha carretera se ha repuesto mediante un paso superior.

La permeabilidad transversal se asegura mediante la realización de 11 estructuras:

- Un viaducto sobre el río Abadín.
- 6 pasos sobre la autovía (incluyendo los 2 del enlace).
- 4 pasos bajo la autovía.

El **viaducto de Abadín** es de tipología viga cajón prefabricada con vanos isostáticos de luces 34,55 –35,00 –35,00–38,70–34,55 m, de directriz curva de, radio 1000 m y sin esviaje.

El tablero está constituido por una viga cajón tipo “artesa” de 2,00 m de canto y una losa superior de 20 cm de espesor mínimo en los vuelos y 40 cm de espesor máximo en el centro (6 cm para la prelosa autoportante y el resto de hormigón “in situ”).

Las pilas son del tipo “martillo” con fuste de sección circular de 1,80 m de diámetro, con una altura máxima de aproximadamente 16,60 m hasta zapata, rematado con un capitel con un doble voladizo simétrico para recibir los apoyos de las vigas del tablero. Se cimentan directamente en el terreno.

Se han realizado también seis obras de drenaje transversal y una

## Ficha Técnica

### Nombre de la obra:

Autovía del Cantábrico A-8.

**Tramo: Abadín-Castromaior.**

### Titular:

Ministerio de Fomento.  
Demarcación de Carreteras del Estado en Galicia.

### Dirección de las obras:

D. Aldo Zupicich Puga, ICCP y  
D. Benigno de la Torre Chamorro, ITOP.

### Empresa adjudicataria:

S.A. de Obras y Servicios, COPASA.

### Jefe de obra:

D. Gustavo Vázquez Tarodo, ICCP.

**Asistencia técnica control y vigilancia:** GPO Ingeniería S.A.

### Jefe de Unidad:

D. Abel Cabezedo Fernández, ICCP.

**Asistencia técnica redacción proyecto:**

EYSER, Estudios y Servicios S.A.

# Autovías del Estado

amplia red de caminos laterales de más de 1 200 m de longitud para dar servicio a las fincas colindantes.

La autovía dispone de cerramiento lateral en toda su longitud y se ha realizado la reposición de todos los servicios afectados, incluidas las reposiciones de abastecimiento y electricidad; se han dispuesto 2 pasos de mediana con barrera metálica móvil, canalizaciones para servicios en mediana, así como medidas de revegetación y plantaciones, para la adecuada integración paisajística.



Zona final de la obra, donde se sitúa el enlace de Abadín que conecta con esta localidad a través de una nueva glorieta realizada en la N-634 (a la izquierda de la imagen), y con la carretera autonómica LU-113 Rozas-Abadín todavía en construcción (a la derecha de la imagen).

U  
n  
i  
n  
á  
m  
o  
s  
d  
e  
s  
p  
o  
r  
t  
e  
s

### Movimiento de tierras

**Volumen excavación:**

890 763,08 m<sup>3</sup>

**Volumen terraplén:**

542 526,00 m<sup>3</sup>

### Estructuras

**Hormigón HA-25:** 3 031,44 m<sup>3</sup>

**Hormigón HA-30:** 8 263,89 m<sup>3</sup>

**Hormigón HA-35:** 1 785,62 m<sup>3</sup>

**Acero B-500 S** en barras corrugadas (Armaduras pasivas) 1 526 870,64 Kg

### Firmes

**Suelo estabilizado S-EST3:**

30 255,05 m<sup>3</sup>

**Suelocemento:** 26 697,16 m<sup>3</sup>

**Mezclas bituminosas:** 43 233,64 tn

### Actuaciones ambientales

**Acopio y extendido de tierra vegetal:** 52 084 m<sup>3</sup>

**Hidrosiembra:** 270 807 m<sup>2</sup>

**Plantaciones arbóreas y arbustivas:** 70 133 Ud

del 4%, y se desarrolla entre las localidades de Castromaior, en el término municipal de Abadín y de Touzas, en el término municipal de Villalba, ambos en la provincia de Lugo.

En todo su recorrido, el trazado de este tramo de la autovía es paralelo a la N-634, si bien se comunica con ella a través del enlace de Arnela, próximo a la población de Castromaior y del río Arnela, en el centro del trazado.

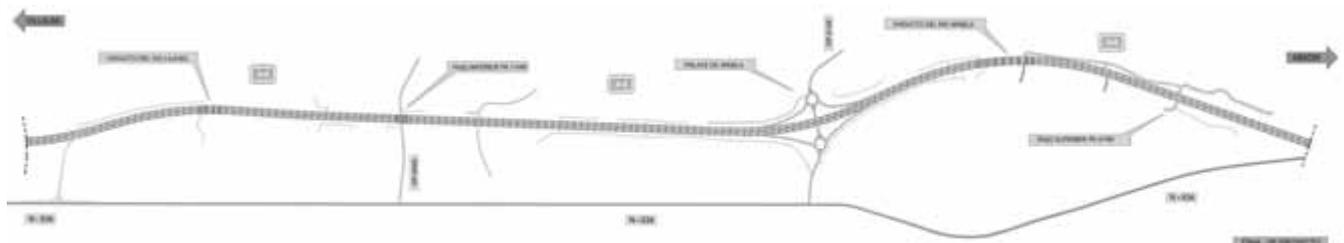
Las formaciones geológicas sobre las que discurre están claramente diferenciadas: la inicial hasta el enlace de Arnela, de aproximadamente 2 700 m, atraviesa en desmante una formación de rocas esquistosas con un grado variable de alteración; la final de 3 000 m, atraviesa en terraplén una formación denominada Chá de Graduín coincidente con una zona geomorfológica terciaria y llanuras alu-

viales, dónde se ha dispuesto en el cimientamiento del terraplén una malla de mechas drenantes para acelerar en la fase de construcción el proceso de consolidación.

El trazado se inicia en la proximidades del p.k. 609 de la carretera N-634, en el término municipal de Abadín, y discurre paralelamente a la N-634 por las laderas del monte Abeleira, cruzando a continuación el valle del río Arnela, cuyo cauce se salva mediante un viaducto de ocho vanos con una longitud total de 240 m, continuando en desmante y bordeando por el sur el núcleo de Castromaior, hasta el enlace de Arnela y finalizando con un tramo en terraplén de 3 km de longitud que atraviesa las zonas llanas del valle del arroyo Lajoso, cuyo cauce se salva mediante un viaducto de tres vanos, de 81 m de longitud total.

## TRAMO: CASTROMAYOR – TOUZAS

El trazado de este tramo tiene una longitud total de 5 660 m, ha sido diseñado con un radio mínimo en planta de 1 200 m y pendiente máxima



Esquema del trazado del tramo Castromaior-Touzas.



Vista general de la obra desde el viaducto del Arnela.



Vista general del viaducto del Arnela.

La permeabilidad transversal se asegura mediante la ejecución 11 estructuras:

- 7 pasos inferiores (dos del Camino de Santiago, cuatro caminos locales y una carretera de la Diputación).

- 2 pasos superiores (enlace y Camino de Santiago).

- 2 viaductos (Lajoso y Arnela).

El viaducto del Arnela es de vigas y está formado por siete vanos de longitud casi homogénea.

El viaducto del Lajoso también es de vigas y está formado por tres vanos: dos de 25 m y el central de 31 m, para salvar el cauce del arroyo Lajoso que atraviesa el Lugar de Inte-

rés Comunitario (LIC), identificado como Parga-Ladra-Támoga.

Los pasos superiores tienen una tipología de puentes integrales con losa continua empotrada en los apoyos de pilas. Y los pasos inferiores son de diferentes tipologías y dimensiones (marco de hormigón, bóvedas prefabricadas biarticuladas o vigas).

El drenaje transversal lo aseguran trece obras de fábrica, de las cuales seis corresponden con tubos prefabricados de hormigón armado de 1 800 mm: una con tubo prefabricado de hormigón armado de 2 500 mm, cuatro formadas por marcos de hormigón armado de 3 x 2 m, y dos por marcos de hormigón armado de 3,5 x 3 m.

El drenaje longitudinal lo forman las cunetas de mediana, las cunetas de pie y coronación de desmonte, las de pie de terraplén, así como los bordillos y bajantes de toda la obra.

### Obras complementarias

Como parte de la ejecución de las obras se han modificado las líneas de conducción de gas, eléctricas, telefónicas, telegráficas y de abastecimiento directamente afectadas, y se han realizado más de 8,7 km de caminos de servicio para reponer la red de caminos agrícolas y vecinales, caracterizados por una plataforma de 5 m de anchura. A su vez se ha repuesto el Camino de Santiago en 1,5 km, mediante una acera de 3 m de ancho para paso exclusivamente peatonal.



Conexión con la N-634 mediante el Enlace de Arnela.

# Autovías del Estado

La sección de los caminos está formada por 30 cm de zahorra artificial sobre 30 cm de suelo adecuado y en algunos de ellos se ha realizado un doble tratamiento superficial.

Además se han dispuesto 5 pasos de mediana con barrera metálica móvil, cerramiento en ambos márgenes de la autovía, canalizaciones para ser-

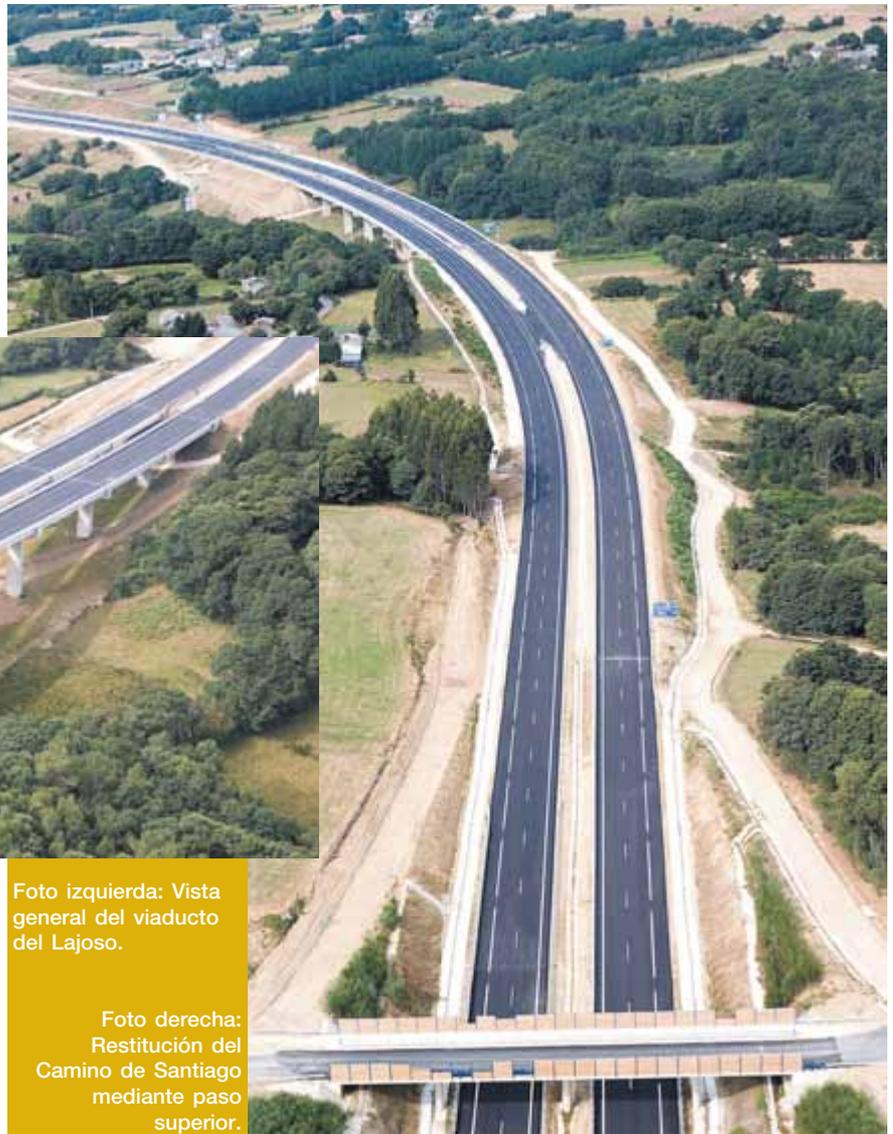


Foto izquierda: Vista general del viaducto del Lajoso.

Foto derecha: Restitución del Camino de Santiago mediante paso superior.

vicios en mediana y estaciones de aforo.

## Impacto ambiental

Se han incorporado las medidas preventivas, correctoras y compensatorias de la Declaración de Impacto Ambiental, entre las que destacan las correspondientes a la integración estética de las obras mediante revegetación de superficies afectadas, plantaciones arbóreas y siembras de especies vegetales autóctonas adecuadas a las características del medio en que se localizan las obras, así como la implantación de balsas de retención de contaminantes y dispositivos de escape en la valla de cerramiento para la protección de la fauna. A su vez, también se han realizado los planes de vigilancia ambiental con sus correspondientes programas de seguimiento arqueológico, destacando las actuaciones arqueológicas desarrolladas en el yacimiento de Casanova, emplazado en la zona final del tramo Touzas – Castromayor, entre los pp.kk. 5+300 y 5+500. ■

### Ficha Técnica

**Nombre de la obra:** Autovía del Cantábrico A-8.  
**Tramo:** Castromayor – Touzas.  
**Titular:** Ministerio de Fomento. Demarcación del Carreteras del Estado en Galicia.  
**Asistencia técnica a la redacción del proyecto:** UTE Vigiconsult–Singla.  
**Dirección de las obras:** D. Andrés Corral González (ICCP) y D. Benigno de la Torre Chamorro (ITOP).  
**Empresa constructora:** UTE Cyopsa Sisocia–Abaldo–OPR.  
**Jefe de Obra:** D. Pablo Funes Romero, ICCP.  
**Asistencia técnica control y vigilancia en las obras:** Euroconsult S.A.  
**Jefe de Unidad:** D. Ernesto de Santos Pascual, ICCP.

### Unidades de Transporte

**Movimiento de tierras**  
**Excavación:** 940 987 m<sup>3</sup>  
**Terraplén:** 943 790 m<sup>3</sup>  
**Estructuras**  
**Vigas:** 3 602 m  
**Hormigón HA-25/B/20/IIa:** 2 785,79 m<sup>3</sup>  
**Hormigón HA-30/B/20/IIa:** 10 248,95 m<sup>3</sup>  
**Hormigón HM-35:** 5 547 m<sup>3</sup>  
**Firmes:**  
**Suelocemento:** 40 990 m<sup>3</sup>  
**Suelo estabilizado S-EST3:** 47 386 m<sup>3</sup>  
**Mezclas bituminosas:** 65 335 t  
**Actuaciones ambientales**  
**Acopio y extensión de tierra vegetal:** 227 444 m<sup>3</sup>  
**Hidrosiembra:** 147 165 m<sup>2</sup>  
**Plantaciones arbóreas y arbustivas:** 117 802 u.

# XII Jornadas de Conservación de Carreteras

## Hacia la eficiencia en conservación de carreteras

Los próximos días 10 y 11 de noviembre de 2010 y en el Salón de Actos de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Calle del Profesor Aranguren, S/N. 28040 Madrid, se celebrarán estas XII Jornadas de Conservación, promovidas por el Ministerio de Fomento, organizadas por la Asociación Técnica de Carreteras con la colaboración del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos y el patrocinio de Repsol.

### Presentación de las jornadas

En los últimos años, el Estado español y todas las Administraciones de carreteras sin excepción han realizado un extraordinario esfuerzo inversor en la creación y mejora de las infraestructuras viarias, que se traduce en un fabuloso patrimonio viario, valorado en más de 80 000 millones de euros, y conformado por más de 12 000 km de vías de alta capacidad, 800 túneles cuya longitud supera los 400 m, más de 6 000 puentes, etc. En definitiva, se puede afirmar que en España se ha construido ya casi todo lo que la Sociedad y las necesidades de desarrollo venían demandando desde hace décadas.

Es un axioma – verdad evidente que se acepta sin demostración – que la conservación del Patrimonio creado no admite demora y requiere inversiones constantes, proporcionales al valor del Patrimonio, so pena de incurrir a corto plazo en gastos mucho mayores y más urgentes.

Por tanto, resulta inexorable que en el momento actual, de crisis globalizada en todos los países de nuestro entorno, el ritmo inversor se ha de ajustar a unos recursos disponibles mucho más exigüos, pero estables, y que las Administraciones de carreteras están obligadas a priorizar con el máximo rigor el destino final de dichos recursos.

Afortunadamente, estamos en muy buenas condiciones para afrontar este reto de

eficiencia, puesto que en los últimos años no solo se ha creado un patrimonio físico, sino que de igual manera, se ha generado un importantísimo conocimiento técnico – científico que sitúa a la ingeniería de conservación de carreteras española entre las primeras del mundo.

Así lo acreditan los nuevos y pioneros contratos de concesión para la conservación y mejora de las autovías de primera generación, en los que se da entrada al capital privado para la mejora inicial de las infraestructuras y se evalúa la calidad del mantenimiento de la vía mediante unos indicadores de estado y de servicio de la carretera, que “traducen” la satisfacción del usuario, y se convierten en un factor que multiplica o reduce el pago que el concesionario percibe por su trabajo.

Otro exponente claro de la mejora tecnológica experimentada por el Sector del

Mantenimiento de carreteras en los últimos años han sido los Sistemas de Gestión.

Es un hecho que las empresas de conservación integral, impulsadas por la Administración, han sabido incorporar a la técnica del mantenimiento de carreteras muchos de los avances tecnológicos disponibles para mejorar las herramientas de trabajo en Conservación, y especialmente los inventarios, la cartografía, las técnicas de programación de operaciones, la evaluación dinámica de los elementos de la carretera, etc.

Además de ello, es de justicia destacar el paso hacia la eficiencia en la gestión del mantenimiento que han dado las Administraciones de carreteras en general, y en concreto la Subdirección General de Conservación y Explotación del Ministerio de Fomento, con su iniciativa de crear Grupos de Trabajo para optimizar la Gestión en Conservación y Explotación de la Red de Carreteras del Estado, cuyas conclusiones son de gran interés general y serán difundidas durante las Jornadas.

Por último, y con objeto de recordar, debatir, y consensuar las mejores prácticas en Conservación Ordinaria, se considera conveniente traer a colación las conocidas, pero en ocasiones poco usadas, técnicas de bajo coste y alta eficacia para retrasar el deterioro de los elementos de la carretera.

Por tanto, y como resumen de todo lo anterior, las XII Jornadas de Conservación de Carreteras, que se celebrarán en Madrid los días 10 y 11 de noviembre de 2010, abordarán las siguientes materias:

**Mejora de la Eficiencia:** Actuaciones de bajo coste y alta eficiencia, Gestión eficiente de la seguridad vial.

**Contratación:** Optimización de Contratos de Conservación Integral.

**Sistemas de Gestión:** Ejemplo avanzado de Gestión: TEREX, Gestiones de Señalización, Puentes, y Pavimentos.

*El Presidente del Comité Nacional de Conservación y Vialidad Invernal*

**D. Ángel García Garay**



## Programa de las jornadas

### MIÉRCOLES, 10 DE NOVIEMBRE DE 2010

10:30 a 11:15 Acreditaciones.

11:15 a 11:30 **Acto de Inauguración de las Jornadas.**

**D. Aureliano López Heredia**, Director General de Carreteras. Ministerio de Fomento.

#### SESIÓN 1. Eficiencia

Preside: **Dña. Rosario Cornejo**. Subdirectora General de Conservación y Explotación de la DGC. Ministerio de Fomento.

11.30 a 12.15. **Ponencia: Mejora de la eficiencia de la Conservación Integral. Indicadores.**

**D. Ángel Jesús Sánchez Vicente**, Ing. Jefe del Área de Conservación del Ministerio de Fomento.

12.15 a 13.00 **Mesa Redonda: Aplicación de Técnicas Eficientes y Sostenibles en la Conservación (Lechadas, reciclados, mezclas templadas).**

**D. Javier Payán**. Ministerio de Fomento.

**D<sup>a</sup> Mercedes Gómez**. DGC, Ministerio de Fomento.

**D. José Antonio Soto**. PROAS.

**D. Francisco Lucas**. REPSOL.

13.00 a 14.00. **Mesa Redonda: Seguridad vial: Actuaciones de bajo coste y alta eficacia**

Preside: **D. Roberto Llamas**, Coordinador de Seguridad Vial, DGC. Ministerio de Fomento.

14:00 a 14:30. **Coloquio.**

**14:30 a 16:30. Almuerzo**

#### SESIÓN 2. Contratación

Preside: **D. Ángel J. Sánchez Vicente**, Ing. Jefe del Área de Conservación, DGC. Ministerio de Fomento.

16:30 a 17:15. **Ponencia: Orden de eficiencia en proyectos y obras.**

**D. Ángel Luis Martínez**. Jefe del Área de Proyectos y Obras, DGC. Ministerio de Fomento.

17:15. **Mesa Redonda: Contratos de Autovías de Primera Generación. Experiencia adquirida.**

**D. Ángel Sánchez**, DGC. Ministerio de Fomento.

**D. Carlos Llinás**. Ministerio de Fo-

mento.

**D. Enrique Soler**. Getinsa.

**D. Benedicto Elvira**. Ministerio de Fomento.

**D. Juan I. Beltrán**. Ferrovial.

**D. José L. Mangas**. INECO.

**21:00. Cena-Cocktail en el "Torreón del Pardo".**

### JUEVES 11 DE NOVIEMBRE DE 2010

#### SESIÓN 3. Sistemas de gestión

Preside: **D. Carlos Casas Nagore**, Ing. Jefe de la U. de Carreteras de Teruel. Ministerio de Fomento.

09:00 a 10:00. **Mesa redonda: Sistemas de gestión en la conservación.**

**(Auscultación, gestión por indicadores).**

**D. Carlos Casas**. Ministerio de Fomento.

**Dña. Esther Castillo**. DGC. Ministerio de Fomento.

**Dña. María Martínez**, DGC. Ministerio de Fomento.

**D. Luis Ayres**, API Movilidad.

10:00 a 11:00. **Mesa redonda: Inventarios y sistematización de los reconocimientos del Estado en conservación integral (Software, GIS).**

**D. Ignacio Suárez**. Ministerio de Fomento.

**D. Carlos Sánchez**. AUDECA.

**11:00 a 11:30. Pausa Café**

11:30 a 12:00. **Ponencia: Sistemas de gestión de vialidad invernal y conservación ordinaria.-TEREX.**

**D. Carlos Casas**. Ministerio de Fomento.

12:00 a 12:30. **Ponencia: Sistemas de gestión de la señalización.**

**D. Luis Azcue**, Jefe del Servicio de Señalización, DGC. Ministerio de Fomento.

12:30 a 13:45. **Ponencia: Sistemas de gestión de firmes y de puentes.**

**D. Álvaro Navareño Rojo Azcue**, Jefe del Servicio de Acondicionamiento. DGC. Ministerio de Fomento.

#### SESIÓN 4. Explotación

Preside: **D. José Manuel Blanco**, Ing. Jefe de la Demarcación de Carreteras del Estado en Extremadura. Ministerio de Fomento.

13:45 a 14:15. **Ponencia: Conclusiones del Grupo de Explotación de la Subdirección General de Conservación y Explotación de la DGC. Ministerio de**

Fomento.

**D. José Manuel Blanco**.

**Coloquio.**

**14:30 a 16:30. Almuerzo**

#### SESIÓN 5. Vialidad invernal

Preside: **D. Vicente Vilanova**, Ing. Jefe de la Demarcación de Carreteras de Madrid. Ministerio de Fomento.

16:30 a 17:15. **Mesa redonda: Eficiencia en vialidad invernal.**

**D. Luis Azcue**. Ministerio de Fomento.

**Dña. Lola García**. INOCSA.

**D. José Carlos Valdecantos**. ALVAC.

17:15 a 18:00. **Mesa redonda: Mejora en la coordinación de actuaciones ante nevadas y otras situaciones meteorológicas extremas.**

**D. Vicente Vilanova**. Ministerio de Fomento.

**D. Enrique Belda**. DGT. Ministerio del Interior.

**D. Antonio Tocino**. Ferrovial.

**18:00 a 18:30. Conclusiones y clausura**

**Dña. Rosario Cornejo**.

**D. Ángel García Garay**.

## Secretaría de las jornadas

Asociación Técnica de Carreteras, C/ Monte Esquinza, 24; 4º dcha. - 28010 Madrid (España). Tel.: (34) 91 308 23 18 - Fax.: (34) 91 308 23 19.

E-mail: congresos@atc-piarc.com

www.atc-piarc.com

Las inscripciones realizadas a través de la web tendrán un 3% de descuento.

## Cuota de las jornadas

400 euros +18% IVA= 472 euros.

**Incluye:** La asistencia a la jornada, el café en el descanso, los almuerzos de trabajo y el certificado de asistencia.

El abono de la cuota de inscripción se realizará mediante uno de los sistemas siguientes:

- Transferencia a Banco Caminos, C.C.C. 0234-0001-07-9010287200 (Imprescindible adjuntar la copia de la transferencia junto con el boletín de inscripción).

- Por cheque a nombre de la Asociación Técnica de Carreteras. C/ Monte Esquinza, nº 24, 4º dcha. - 28010 Madrid. Tel.: 91 308 23 18 - Fax: 91 308 23 19.

E-mail: congresos@atc-piarc.com ■

# Traffic: Why We Drive the Way We Do (And What It Says About Us)\*

**TRAFFIC**  
WHY WE DRIVE THE WAY WE DO  
(and What It Says About Us)  
**TOM VANDERBILT**



**Sandro Rocci**, Profesor Emérito.  
Universidad Politécnica de Madrid.

**E**l coche privado ha sido durante mucho tiempo una parte fundamental de nuestra vida; ya lo percibamos como el símbolo de la libertad, ya como el del desorden, nos definimos por lo que conducimos y por cómo lo hacemos.

Me resulta curioso que uno de los mejores libros sobre Ingeniería de Tráfico que he leído no haya sido escrito por un Ingeniero de Caminos, ni por un profesor universitario; sino por un periodista norteamericano nacido en 1966. Tom Vanderbilt escribe acerca de cultura, ciencia, diseño y tecnología en periódicos como el *New York Times*, y en revistas como *Wired*, *Slate*, *The London Review of Books*, *Gourmet*, *The Wall Street Journal*, *Men's Vogue*, *Artforum*, *The Wilson Quarterly*, *Travel and Leisure*, *Rolling Stone*, *The New York Times Magazine*, *Cabinet*, *Metropolis*, y *Popular Science*.

El *Wall Street Journal* calificó a este libro como “una revista fascinante de las rarezas y de la etiqueta de

la conducción”; el *Boston Globe* indicó que “(el autor) no encontró libros generalistas serios acerca de la conducción, sino que halló una montaña de investigaciones. Así que durante tres años se sumergió en el tema, y viajó por el mundo entrevistando a conductores, investigadores, e ingenieros. Con casi 90 páginas de notas al pie, el libro constituye un insondable compendio de investigaciones”. Y ciertamente es

ducen a más accidentes. Enseña cómo las glorietas que (al menos a un norteamericano) pueden parecer peligrosas y desordenadas, en realidad son más seguras (y por añadidura reducen el tráfico). Descubre quién es más probable que haga sonar la bocina de su vehículo, a quién, y por qué. Explica cómo se forman las congestiones; esboza las inesperadas consecuencias de nuestra búsqueda de la seguridad vial; y hasta identifi-



Foto: Ministerio de Educación. Instituto de Tecnologías Educativas.

claramente perceptible la familiarización del autor no sólo con las publicaciones relevantes sobre el tema, sino incluso con sus autores.

Al profundizar en la cotidiana tarea de conducir, Vanderbilt descubre una compleja red de factores físicos, psicológicos y técnicos que explican cómo funciona el tráfico, por qué conducimos como lo hacemos, y lo que lo que nuestra forma de conducir dice de nosotros. Examina los límites de la percepción y los presupuestos cognitivos que nos convierten en peores conductores de lo que pensamos. Muestra por qué los intentos de proteger a los peatones de los vehículos a menudo con-

ca los errores más frecuentes que cometen los conductores en las áreas de estacionamiento.

¿Le sorprendería saber que la denominada “violencia vial” puede ser beneficiosa para la Sociedad? ¿O que la mayoría de los siniestros tiene lugar en días secos y soleados? ¿Que nuestra mente nos puede persuadir de que en el carril de al lado avanzan más deprisa? ¿O que se puede enjuiciar el comportamiento al volante de un país a partir de su nivel de corrupción? Éstas son sólo al-

(\*) Tom Vanderbilt. *Alfred A. Knopf*, ed. Nueva York y Toronto, 2008. ISBN 978-0-307-26478-7.

gunas de las notables dinámicas que Tom Vanderbilt explora en este fascinante circuito a través de los misterios viales.

La simple enumeración de los provocadores títulos de sus capítulos y subcapítulos permite hacerse una idea tanto del contenido como del estilo:

0. *Prólogo: cómo me hice un convergente<sup>(1)</sup> tardío (y por qué Vd. debería también).*

1. *¿Por qué el tráfico del carril de al lado parece siempre más rápido? Cómo enreda el tráfico con nuestras cabezas.*

■ ¡Cállate! No te oigo: anonimato, agresión, y problemas de comunicación mientras se conduce.

■ ¿Me estás mirando? Contacto visual, estereotipos e interacción social en la carretera.

■ Esperar en una cola, esperar en un atasco: por qué los del carril de al lado siempre se mueven más deprisa.

■ Postdata: los secretos de la convergencia tardía, revelados.

2. *Por qué no es Vd. tan buen conductor como cree.*

■ Si tan fácil es conducir ¿por qué le resulta tan difícil a un robot? Lo que enseñar a conducir a máquinas nos enseña acerca de la conducción.

■ ¿Cómo conduzco? ¿Cómo diablos voy a saberlo? Por qué en la carretera nos falla la retroalimentación.

3. *Cómo en la carretera nos traicionan nuestros ojos y nuestra mente.*

■ Mantenga su mente en la carretera. Por qué es tan difícil estar atento al conducir.

■ Los elementos del tráfico son más complicados de lo que parecen. Cómo nos engañan nuestros ojos conductores.

4. *Por qué las hormigas no forman atascos, y los hombres sí: la cooperación como remedio para la congestión.*

■ Les presentamos a quienes mejor se desplazan: lo que podemos aprender de las hormigas, de las langostas y de los grillos.

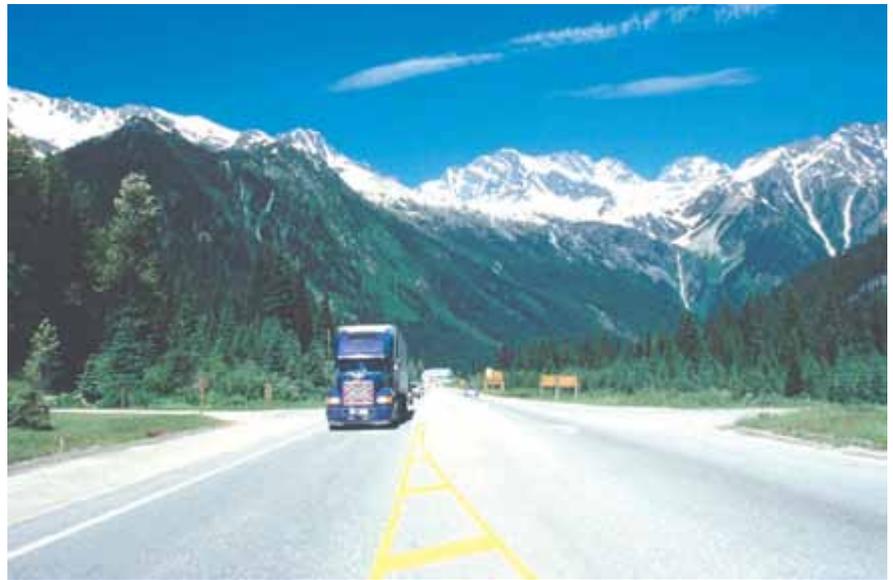


Foto: Ministerio de Educación. Instituto de Tecnologías Educativas.

■ Jugando a ser Dios en Los Ángeles.

■ Cuando “más despacio” es “más aprisa”, o cómo pocos derrotan a muchos: el flujo del tráfico y la naturaleza humana.

5. *Por qué las mujeres causan más congestión que los hombres (y otros secretos del tráfico).*

■ ¿Quién es toda esa gente? La psicología del desplazamiento pendular.

■ El problema del estacionamiento: por qué somos ineficientes, y cómo esto causa congestión.

6. *Por qué más carreteras conducen a más tráfico (y qué hacer en ese caso).*

■ El viajero egoísta.

■ Unas cuantas soluciones “a lo Disney” al problema del tráfico.

7. *Cuando las carreteras peligrosas son más seguras.*

■ El rompecabezas de la carretera: cómo los conductores se adaptan a la carretera que ven.

■ El problema de las señales de circulación, y cómo librarse de ellas puede que la situación mejore para todos.

■ ¿Carreteras clementes o permisivas? Fallos fatales de la Ingeniería de Tráfico.

8. *Cómo el tráfico explica el mundo: conduciendo con un acento local.*

■ “Buenos frenos, buena bocina,

buena suerte”: sumergirse en el remolino del tráfico en Delhi.

■ Por qué los peatones neoyorquinos cruzan por cualquier sitio (y los de Copenhague no): el tráfico como cultura.

■ Peligro: corrupción próxima: el indicador secreto de un tráfico alocado

9. *Por qué no hay que ir en una furgoneta conducida por un médico divorciado que se llama Fred y bebe cerveza, por una carretera interurbana de Montana, el domingo del Super Bowl<sup>2</sup>: qué es lo peligroso en la carretera, y por qué.*

■ El miedo semiconsciente: cómo malinterpretamos los riesgos en la carretera.

■ ¿Me quedo o me voy? Por qué es tan complicado el riesgo en la carretera.

■ Los riesgos de la seguridad.

10. *Epílogo: clases de conducción.*

En última instancia, *Traffic* va más allá de la conducción: trata de la naturaleza humana. Este libro cambiará nuestra percepción de nosotros mismos, y la del mundo que nos rodea. Y ¿quién sabe? Incluso puede convertirnos en mejores conductores. ■

(1) Se refiere a la maniobra de convergencia de dos trayectorias, como las que tienen lugar donde se cierra un carril.  
(2) Máximo acontecimiento deportivo (fútbol americano) en los EE.UU.

# Carreteras

## Información pública

N-V

El 8 de septiembre de 2010, el Ministerio de Fomento sometió a información pública la **Variante de San Rafael (Segovia)**, de la N-VI Madrid-A Coruña.

El presupuesto previsto de licitación de la obra asciende a 42,4 millones de euros (IVA incluido).

El proceso de información pública y audiencia se establece por un período de 30 días hábiles, a partir de la publicación del anuncio en el Boletín Oficial del Estado, y tiene por objeto que las personas, instituciones y Administraciones interesadas puedan formular alegaciones sobre el proyecto.

Una vez recibidas las alegaciones, éstas se analizarán y se remitirá el expediente al Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino para que formule la preceptiva Declaración de Impacto Ambiental, necesaria para la aprobación definitiva del Estudio Informativo.

El objeto del presente estudio es realizar una variante de la N-VI a su paso por la localidad de San Rafael. Con ese fin, se han planteado y analizado todos

los corredores y alternativas posibles, valorándose cada uno de sus aspectos.

La alternativa propuesta como consecuencia del análisis multicriterio realizado tiene una longitud total de 10,3 km.

Dicha alternativa consiste en la utilización de la AP-6 durante todo el tramo, disponiendo de la construcción de 2 nuevos enlaces, uno al principio y otro al final, con objeto de proporcionar las correspondientes conexiones entre la AP-6 y la N-VI. ■

## Licitación de obras

### Autovía Ruta de la Plata A-66

El 28 de septiembre de 2010, el Ministerio de Fomento envió al Ministerio de Economía los pliegos para la licitación del tramo **Benavente-Zamora** de la Autovía Ruta de la Plata (A-66) en el marco del Plan Extraordinario de Infraestructuras (PEI).

Así, y tal y como se comprometió anteriormente el ministro José Blanco en el Congreso, Fomento ha lanzado la licitación de este trayecto a través de la fórmula de colaboración público-privada. El objetivo del Ministerio de Fo-

mento es sacar a concurso las obras antes de fin de año.

El tramo Benavente-Zamora es, junto a la plataforma logística ferroviaria de Aranjuez (Madrid), el primer proyecto que se pone en marcha a través del PEI.

La inclusión de esta infraestructura entre los primeros proyectos del PEI viene motivada porque se trata de una obra prioritaria para el Ministerio, ya que aporta cohesión al país y completa un importante corredor.

La provincia de Zamora será una de las grandes beneficiadas del PEI, ya que, entre los primeros proyectos que se llevarán a cabo, se encuentra también la conexión de la Línea de Alta Velocidad ferroviaria entre Zamora y Galicia.

El Plan Extraordinario de Infraestructuras tiene por objetivo reactivar la economía y el empleo a través de la inversión en infraestructuras del transporte. El plan es una apuesta conjunta del Gobierno, las entidades financieras y las empresas del sector que favorecerá la creación de empleo tanto a corto como a largo plazo. Primero, para la construcción de infraestructuras y, posteriormente, para su conservación y mantenimiento. ■

## Noticias

### CICCyP

El pasado 8 de octubre, el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos hizo pública en una nota en la que, al tiempo que comprendía la situación económica actual, afirmaba que “hemos asistido con estupor a la publicación del proyecto de Ley de Presupuestos Generales del Estado para 2011, que destina a inversión pública en infraestructuras tan sólo 14 639,71 millones de euros, lo que representa una reducción del 31% de los 21 240 millones programados para 2010. La caída es 8 veces mayor que la rebaja del 3,88% que se aplicó a esta partida en el proyecto inicial de presupuestos para el año en curso. Especialmente significativa es la reducción de la inversión en infraestructuras de transporte que ha bajado de 17 191 millones en 2010 a 11 992 (un 30,02% menos). Por tipos de obra, la inversión en ferrocarril cae un 47%, la de carreteras un 50%, la de obras hidráulicas un 33% y la aeropuertos y puertos un 28% y un 18% respectivamente”. Por ello, continúa la nota, “con razón ha dicho la Confederación Nacional de la Construcción que el presupuesto para 2011, dado el grado de compromiso que re-

gistra el 2010, dejará la actividad de construcción y conservación de carreteras prácticamente paralizada”.

Para el Colegio, “estas restricciones, en contra de las recomendaciones y sugerencias del sector, debilitarán y producirán un grave quebranto a las empresas constructoras y empresas consultoras de ingeniería, generarán una notable pérdida de empleo –no menos de cien mil parados más, entre técnicos y operarios-, impulsarán la emigración forzosa de muchos ingenieros y, lo que es más grave dificultarán el retorno de la economía española a la senda del crecimiento”.

Finalmente, y entre otras cosas, la nota finaliza con la afirmación de que “los ingenieros de Caminos, que nos negamos a aceptar la idea de que la austeridad necesaria debe arrasar los verdaderos motores del dinamismo económico del país, exigimos al Gobierno imaginación y capacidad resolutoria para orientar el proceso de consolidación fiscal de tal modo que se preserven los sectores más dinámicos de la economía, al tiempo que se racionaliza el gasto público con criterios de eficiencia y productividad”. ■

## Geosynthetic Society (IGS)

**E**l pasado día 14 de septiembre, tuvo lugar en el Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas del CEDEX, una conferencia sobre el empleo de geosintéticos en vertederos.

El acto fue organizado por el capítulo español de la International Geosynthetic Society (IGS) que preside Don Ángel Leiro y a él asistieron representantes de empresas constructoras, ingenierías y Administraciones españolas.

Don Mariano Navas, director del CEDEX presidió el acto y la conferencia fue impartida por el Dr. D. Jorge G. Zornberg, presidente de la IGS Internacional. El señor Zornberg es un reconocido especialista en el mundo de los geosintéticos con más de 20 años de experiencia como ingeniero proyectista, profesor universitario en la universidad de Austin (Texas) e investigador.

La conferencia trató como tema principal el empleo de geosintéticos en vertederos haciendo en todo momento especial hincapié en la necesidad de un correcto diseño y conocimiento de los materiales por parte de los ingenieros proyectistas. En primer lugar dio un pequeño repaso a la normativa aplicable a los

vertederos y las funciones principales de los geosintéticos. Las funciones a cumplir por estos materiales en un vertedero son las de filtración, separación, drenaje, impermeabilización y refuerzo. El doctor Zornberg expuso varias experiencias reales en los Estados Unidos y explicó las especificidades de cada proyecto y solución adoptada en cada caso.

El grupo español de la IGS seguirá organizando este tipo de eventos con el fin de dar a conocer estos materiales a proyectistas e instituciones españolas, como ya viene haciendo desde hace varios años.

En este acto fue presentado también de una manera oficial el próximo Eurogeo5, 5º Congreso Europeo de Geosintéticos, que tendrá lugar entre los días 16 y 19 de septiembre 2012 en la ciudad de Valencia.

La finalidad principal de este evento será dar a conocer los geosintéticos a las administraciones, proyectistas y constructores y para ello se contará con la presencia de un grupo de expertos que expondrán la más reciente actualidad en estos temas.

Más información en [www.eurogeo5.org](http://www.eurogeo5.org) ■

## Empresas

**E**l grupo de empresas **Sando**, a través de su filial en Polonia Sando Budownictwo Polska, se ha adjudicado una nueva infraestructura de obra civil en el país, que ejecutará en solitario. El tramo corresponde a la Autopista A1 y tiene un presupuesto de 107 millones de euros.

La Autopista A1 une las localidades de Torun-Strykow, al noroeste de Varsovia, y depende de la Dirección General de Carreteras y Autopistas de Polonia (GDDKiA). El tramo adjudicado a Sando Budownictwo Polska discurre durante 9 km y se extiende entre las localidades de Kotliska-Piatek. Dentro del proyecto destaca la ejecución de un viaducto de 1,6 km que se eleva sobre zonas pantanosas.

Esta obra es la cuarta infraestructura civil que se adjudica la empresa Sando Budownictwo Polska en los últimos dos años, y la primera que ejecutará sin ningún socio local.

Por su lado, **Telvent** (NASDAQ: TLVT), nos informa de la adjudicación de un contrato por parte de la Agencia Guipuzcoana de Infraestructuras (Bidegi) para ampliar el sistema de peaje de Irún. El objetivo del proyecto es mejorar las condiciones del tráfico y facilitar el uso del tag como medio de pago, asegurando la eficiencia y la fiabilidad en las operaciones de cobro.

El proyecto va a permitir ampliar y renovar el área de peaje en varias estaciones de cobro en la AP-8 gracias a la implantación de diez nuevas vías de peaje mixta, convencional y telepeaje (Via T y Litter-t Ocean), así como un sistema de detección de colas automático. ■

## ASEFMA

**E**l 16 de septiembre tuvo lugar la presentación del informe de Asefma **"Las necesidades de conservación de los firmes de las carreteras españolas"** (monografía número 12 de Asefma), realizado por el Dr.

Ing. Miguel Ángel del Val, Catedrático de caminos y aeropuertos de la Universidad Politécnica de Madrid. El acto contó, entre otros, con la presencia del Vicepresidente del Congreso de los Diputados, D. Jordi Jané y otros diputados, varios Directores Generales de Comunidades Autónomas, el Subdirector General de la Dirección General de Tráfico, funcionarios de las Administraciones locales, gerentes de asociaciones profesionales del sector (AEC, ATC, ACEX, etc.). Además de los representantes más cualificados de las 140 empresas que componen Asefma.

En la presentación, se afirmó que las Administraciones españolas deben invertir en su conjunto, en rehabilitación y mejora de los firmes de carreteras una cantidad que se estima entre 1 300 y 1 700 millones de euros cada año (de esa cantidad, un 40% corresponde a la red de carreteras del Estado), cifra vinculada con el valor patrimonial de la red de carreteras. Igualmente, Asefma solicitó públicamente a nuestros diputados la elaboración de un Manifiesto a favor de la conservación de los firmes de carreteras españolas que permita garantizar a los responsables de conservación de las Administraciones públicas "el ejercicio diligente de las prerrogativas que la presente ley u otras especiales otorguen a las Administraciones públicas, garantizando su conservación e integridad". ■



## CAM

**L**a **Comunidad de Madrid** habrá invertido una vez que finalice el año 62 millones de euros en conservación de carreteras, lo que supone el doble del presupuesto que se destinaba en 2004. Con esta inversión se busca mantener las carreteras regionales en un estado óptimo, que garantice la seguridad vial. Así lo explicó el pasado 6 de octubre el consejero de Transportes e Infraestructuras de la Comunidad de Madrid, Luis Armada, en la inauguración de la jornada **"Los indicadores en conservación, avanzando en una gestión más eficiente"**, que reunió a más de 150 expertos.

Entre otras, se afirmó que para garantizar la seguridad "es importantísimo poder marcar unos criterios claros de conservación y conocer en todo momento el estado de la red viaria". La seguridad vial debería ser una de las "obsesiones" de cualquier responsable de carreteras. ■



# tenagar *24 horas*



- Ejecución de obras de urgencia o corto plazo.
- Inauguraciones.
- Aumento de producciones.
- Sustitución/apoyo a otras empresas.
- Imprevistos...

## ► **compromiso 24 horas tenagar**

- Primera visita a pie de obra en cualquier punto de España en un plazo inferior a 24 h.
- Presupuesto personalizado, y una vez aceptado en 24 h. desplazamiento a obra con encofrados, cimbras, grúas y encofradores altamente especializados más toda la documentación necesaria.



**ii** somos la solución a su urgencia, avalados por **45** años de experiencia **!!**  
y más de **1.100** obras realizadas



**SARRIÓN**  
CONSTRUCCIONES

**PLENA**CONFIANZA

**40** Años  
Acompañándote  
en tus viajes



## Avanzamos juntos Hacia el Futuro

Aquella carretera que te da tanta tranquilidad. Aquel puente que te sigue impresionando cada día más. Todas esas vías perfectamente alineadas que van hasta donde quieres llegar. Ese edificio tan alto en el que pronto trabajarás. Sarrión Construcciones lleva 40 años proyectando su experiencia, su solvencia y su profesionalidad en todas y cada una de sus infraestructuras, para que siempre avances con paso firme hacia el futuro. Ahora el viaje continúa, ¿vienes?