

Entrevista a

**Iván Maestre Santos-Suárez**

Director General de Carreteras  
Consejería de Transportes, Infraestructuras y Vivienda  
Comunidad de Madrid

## RUTAS TÉCNICA

ITS para la mejora de la seguridad vial:  
aplicaciones más viables y eficientes  
en gestión de carreteras

El impacto económico de un programa  
de mantenimiento en vías rurales.  
Enfoques, impactos, incertidumbres y  
toma de decisiones

## NOTICIAS ATC

Carreteras y Sociedad  
el último número monográfico de la  
revista RUTAS

VI Simposio de Túneles de Carretera.  
Explotación Sostenible de Túneles



# Innovar está en nuestros genes

En Repsol, la innovación forma parte de nuestra esencia. Por eso, en el Centro de Tecnología Repsol, dedicamos todo nuestro esfuerzo a la investigación y desarrollo de asfaltos que hacen nuestras carreteras más seguras, eficientes y sostenibles.



**REPSOL**

*Inventemos el futuro*

Repsol Lubricantes y Especialidades, S.A.  
Más información en [repsol.com](http://repsol.com)



4

## Tribuna Abierta

- 3 **Gestión proactiva del ruido de las carreteras**  
Jesús Rubio Alférez

## Entrevista

- 4 **Iván Maestre Santos-Suárez**  
Director General de Carreteras  
Consejería de Transportes, Infraestructuras y Vivienda  
Comunidad de Madrid

## Rutas Técnica

- 10 **ITS para la mejora de la seguridad vial: aplicaciones más viables y eficientes en gestión de carreteras**  
*ITS for improvement of road safety: more efficient and feasible applications in the area of road management*  
Comité Técnico de Seguridad Vial  
Asociación Técnica de Carreteras

- 22 **El impacto económico de un programa de mantenimiento en vías rurales. Enfoques, impactos, incertidumbres y toma de decisiones**  
*The economic impact of a maintenance program in rural routes. Approaches, impacts, uncertainties and decision-making*  
Ignacio Lacasta Casal



10

## Rutas Divulgación

- 28 **Estabilización de desmonte inestable en Ruta Nacional N° 150 - San Juan - Argentina**

## Nota de Lectura

- 34 **La importancia de la conservación de carreteras**

## Actividades del Sector

- 38 **I Congreso Multisectorial de la Carretera**  
40 **Conferencia Internacional sobre Gestión de Firms**

## Actividad Internacional

- 42 **La ampliación de la Avenida Jamal Abdul Nasser (Kuwait)**

## PIARC / AIPCR

- 46 **Primer Congreso Mundial sobre Conservación y Reciclado de Pavimentos**  
49 **XXV Congreso Mundial de la Carretera**

## ATC

- 53 **Carreteras y Sociedad el último número monográfico de la revista RUTAS**  
56 **VI Simposio de Túneles de Carretera. Explotación Sostenible de Túneles**  
61 **Nuevo grupo de trabajo sobre análisis de ciclo de vida de los firms**  
62 **Composición de la Junta Directiva de la Asociación Técnica de Carreteras**  
63 **Comités Técnicos de la Asociación Técnica de Carreteras**  
64 **Socios de la Asociación Técnica de Carreteras**



38



46



56



**Asociación Técnica de Carreteras**  
Comité nacional español de la Asociación Mundial de la Carretera



La revista RUTAS se encuentra incluida en la siguiente lista de bases de datos científicas:

DIALNET · ICYT ·  
LATINDEX (Catálogo y Directorio)



**Edita:**

ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS  
Monte Esquinza, 24 4º Dcha. ♦ 28010 ♦ Madrid  
Tel.: 913 082 318 ♦ Fax: 913 082 319  
info@atc-piarc.com - www.atc-piarc.com

**Comité Editorial:**

**Presidente:**

Luis Alberto Solís Villa Presidente de la Asociación Técnica de Carreteras (España)

**Vicepresidente de estrategia:**

Sandro Rocci Profesor Emérito de la Universidad Politécnica de Madrid (España)

**Vicepresidente ejecutivo:**

Julio José Vaquero García Dirección General de Carreteras, M. Fomento (España)

**Vocales:**

José Alba García	Presidente de Urbaconsult (España)
Ana Isabel Blanco Bergareche	Subdirectora Adjunta de Circulación, DGT, M. Interior (España)
María Luisa Delgado Medina	Subdirectora General de Transferencia de Tecnología, M. Economía y Competitividad (España)
Diana María Espinosa Bula	Presidenta de la Sociedad Colombiana de Ingenieros, SCI (Colombia)
Alfredo García García	Catedrático de la Universidad Politécnica de Valencia (España)
Óscar Gutiérrez-Bolívar Álvarez	Director del Laboratorio de Infraestructuras Viarias del CEDEX (España)
Jaime Huerta Gómez de Merodio	Secretario del Foro de Nuevas Tecnologías en el Transporte, ITS (España)
José María Izard Galindo	Director General de la Asociación Técnica de Carreteras (España)
María Martínez Nicolau	Directora Técnica de Innovia-Coptalia (España)
Carlos Oteo Mazo	Catedrático de Ingeniería del Terreno de la Universidad de la Coruña (España)
Hernán Otoniel Fernández Ordóñez	Presidente HOF Consultores (Colombia)
Félix Pérez Jiménez	Catedrático de Caminos de la Universidad Politécnica de Barcelona (España)
Clemente Poon Hung	Director General de Servicios Técnicos, Subsecretaría de Infraestructura (México)
Manuel Romana García	Profesor Titular de la Universidad Politécnica de Madrid (España)
Jesus J. Rubio Alférez	Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos (España)

**Comité de Revisores Técnico-Científicos. Presidentes de Comités Técnicos de la ATC:**

Rafael López Guarga	Túneles de Carreteras
Vicente Vilanova Martínez-Falero	Conservación y Gestión
Luis Azcue Rodríguez	Vialidad Invernal
Gerardo Gavilanes Ginerés	Financiación
Álvaro Navareño Rojo	Puentes de Carreteras
Roberto Llamas Rubio	Seguridad Vial
Antonio Sánchez Trujillano	Carreteras y Medio Ambiente
Andrés Costa Hernández	Carreteras de Baja Intensidad de Tráfico

**Redacción:**

Asociación Técnica de Carreteras

**Publicidad:**

Ediciones Técnicas PAUTA  
Tel.: 915 537 220 ♦ publicidad@edicionespauta.com

**Diseño, Maquetación, Producción, Gestión Publicitaria y Distribución:**

Ediciones Técnicas PAUTA  
direccion@edicionespauta.com

**Arte Final e Impresión:**

Gráficas ARIES

Fotografía de portada: Iván Maestre Santos-Suárez

Depósito Legal: M-7028-1986 - ISSN: 1130-7102

Todos los derechos reservados.

La revista Rutas publica trabajos originales de investigación, así como trabajos de síntesis, sobre cualquier campo relacionado con las infraestructuras lineales. Todos los trabajos son revisados de forma crítica al menos por dos especialistas y por el Comité de Redacción, los cuales decidirán sobre su publicación. **Solamente serán considerados los artículos que no hayan sido, total o parcialmente, publicados en otras revistas, españolas o extranjeras.** 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.

Precio en España: 18 euros +IVA

©Asociación Técnica de Carreteras

**REVISTA RUTAS**

La Asociación Técnica de Carreteras (Comité Nacional Español de la Asociación Mundial de la Carretera) edita la revista Rutas desde el año de su creación (1986).

Las principales misiones de la Asociación, reflejadas en sus Estatutos son:

- Constituir un foro neutral, objetivo e independiente, en el que las administraciones de carreteras de los distintos ámbitos territoriales (el Estado, las comunidades autónomas, las provincias y los municipios), los organismos y entidades públicas y privadas, las empresas y los técnicos interesados a título individual en las carreteras en España, puedan discutir libremente todos los problemas técnicos, económicos y sociales relacionados con las carreteras y la circulación viaria, intercambiar información técnica y coordinar actuaciones, proponer normativas, etc.
- La promoción, estudio y patrocinio de aquellas iniciativas que conduzcan a la mejora de las carreteras y de la circulación viaria, así como a la mejora y extensión de las técnicas relacionadas con el planteamiento, proyecto, construcción, explotación, conservación y rehabilitación de las carreteras y vías de circulación.



Nº 162 ENERO - FEBRERO 2015

**RUTAS**  
REVISTA DE LA ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS

# Gestión proactiva del ruido de las carreteras

Tribuna  
abierta



Jesús Rubio Alférez  
Ingeniero de Caminos, Canales  
y Puertos del Estado

El problema del ruido no es un problema menor. Tampoco es un problema que afecte únicamente a redes maduras o a economías desarrolladas que ya han realizado la mayoría de las carreteras necesarias, disponen de recursos para su conservación y acometen la solución del ruido como algo posterior.

Ya en 1996 la Comisión Europea estimaba que cerca de 80 millones de europeos estaban sometidos a ruidos que los científicos y expertos en salud consideran inaceptables. La situación no ha mejorado desde entonces: las mejoras tecnológicas en los vehículos no han sido suficientes para compensar los aumentos del tráfico, según la Conferencia Europea de Directores de Carreteras (CEDR, abril 2010). Siguiendo con las conclusiones de la citada CEDR, los costes anuales estimados por el ruido generado en las carreteras se encuentran entre el 0,2 y el 2% del Producto Interior Bruto, lo que supone pérdidas de más de doce mil millones de euros anuales en Europa.

Los niveles de ruido admisibles se cuantifican en las legislaciones nacionales en Objetivos de Calidad Acústica (OCAs), en función de los periodos del día (mañana, tarde y noche), y de los usos del suelo. En general el más condicionante es el ruido nocturno, pero no siempre. Por ejemplo, en el caso de centros escolares el más limitativo es el del resto del día.

En el caso de las carreteras españolas, en 2008 se estimó que 425 000 personas soportaban ruidos por encima de los establecidos como objetivos de calidad en los 4779 km de la Red Estatal de mayor tráfico. Teniendo en cuenta la longitud total de la red, esta cifra permite asegurar que más de un millón de personas sufren molestias de forma cotidiana por este motivo.

La superación de estos objetivos provoca, cada vez más, quejas y denuncias por parte de los afectados, y sentencias que condenan a las Administraciones que por omisión han permitido que el problema perdure sin resolverse.

Hace más de una década que disponemos de un marco legal, transpuesto del europeo, que permite plantear cómo debe acometerse el tratamiento del ruido ambiental en el caso de los grandes ejes viarios en los que el tráfico anual supera los 3 millones de vehículos. En ellos debe realizarse cada cinco años una descripción formalizada como Mapas Estratégicos de Ruido. Esta descripción no consiste únicamente en una cartografía específica, sino que exige cuantificar la población expuesta en cada fachada, indicando el

nivel de ruido y diferenciando los usos de los edificios con población más sensible, como son colegios y hospitales.

La descripción de la situación realizada por primera vez en 2007 debe dar lugar, también cada cinco años, a un Plan de Actuación que sea el marco de las actuaciones a realizar en ese plazo. Estas actuaciones suelen contemplarse en este orden: pantallas acústicas, pavimentos fonoabsorbentes y otras, pero deberíamos pensarlas al contrario, poniendo en primer lugar las de menor coste y mayor eficiencia global.

Comenzando por una buena planificación urbanística se pueden conseguir, sin sobrecostes, soluciones muy adecuadas. Se puede utilizar, por ejemplo, el movimiento de tierras de la ampliación de la carretera para generar un caballón que proteja el desarrollo urbano futuro, efecto que puede mejorarse disminuyendo la cota de la urbanización.

Otro ejemplo, en este caso holandés, es la autorización de un edificio comercial muy próximo a la carretera con la fachada diseñada como pantalla acústica, generando así una protección a los edificios residenciales autorizados detrás.

La investigación de pavimentos fonoabsorbentes es algo de gran actualidad. Es innegable la importancia comercial que tendrá cualquier pavimento capaz de reducir significativamente el ruido en su origen, sobre todo cuando hay situaciones como el caso de travesías de población o accesos a grandes ciudades en las cuales es difícil cualquier otra actuación.

Algo que es determinante, por encima de que se ejecuten más o menos actuaciones paliativas, es la actitud que exista en la base de las instituciones responsables de este problema ambiental. Hay instituciones proactivas y reactivas. En estas últimas se esperan los resultados de investigaciones ajenas, y la preocupación básica es cumplir estrictamente la ley y que las quejas no se conviertan en sentencias judiciales adversas.

Una actitud proactiva que permita asegurar que los usos en las márgenes de las carreteras sean adecuados, que minimice los problemas en las etapas de planificación y proyecto previas a la construcción o mejora de carreteras existentes, que acometa mejoras en los lugares donde las actuaciones sean más necesarias y eficientes, y que dedique el esfuerzo necesario a explicar todo ello a los afectados, redundará sin duda en una mejora de la calidad de vida de muchos ciudadanos y en la imagen institucional de las Administraciones que opten por esta vía. ❖



Entrevista a

# Iván Maestre Santos-Suárez

## Director General de Carreteras

### Consejería de Transportes, Infraestructuras y Vivienda

### Comunidad de Madrid

La redacción

Iván Maestre Santos-Suárez, nació en 1976 y es Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos por la Universidad Politécnica de Madrid y MBA por el INSEAD (*Institut Européen d'Administration des Affaires*) de Fontainebleau (Francia).

Desde el año 2011 ocupa el cargo de director general de Carreteras de la Consejería de Transportes, Infraestructuras y Vivienda de la Comunidad de Madrid.

A lo largo de su trayectoria profesional ha desempeñado diversos cargos en la constructora OHL. Empezó su carrera profesional como jefe

de producción de obra (2002-2003) y posteriormente se trasladó a México como gerente de la concesión para la construcción de la primera desaladora ejecutada en ese país bajo un esquema de participación público privada con cliente público (2004-2007). También ha sido responsable de la oficina técnica de otra desaladora en Argelia (2007-2008) y responsable de desarrollo hotelero en OHL Desarrollos (2010-2011).

Iván Maestre pertenece desde, el año 2011, a la Junta Directiva de la Asociación Técnica de Carreteras como vocal representante de los órganos de dirección de las Comunidades Autónomas.

**¿Qué destacaría de su labor al frente de la Dirección General de Carreteras de la Consejería de Transportes, Infraestructuras y Vivienda de la Comunidad de Madrid? ¿Qué significó para usted este nombramiento?**

He de reconocer que mi primera reacción fue de un cierto susto. Me encontraba trabajando en México, no había tenido experiencia con la Administración española más que en mis primeros años de obra y no sabía qué esperar. Por otro lado gestionar un presupuesto de entre 200 y 250 millones



de euros y a cerca de 250 personas era un magnífico reto.

Lo que me encontré, sobre todo en medios humanos, superó con creces mis expectativas. El nivel del personal de la Dirección General de Carreteras de la Comunidad de Madrid es excelente, tanto por los conocimientos técnicos como por la experiencia que tiene. La labor que he podido hacer ha sido la de crear un grupo sólido y coordinado de personas y tratar de dar una cierta visión de futuro de esta dirección.

### ¿Cómo se organiza esta Dirección General de Carreteras y cuáles son sus principales competencias?

Lo primero que hay que resaltar es qué carreteras que se encuentran gestionadas por la Comunidad de Madrid; existe mucha confusión sobre la titularidad de las diferentes carreteras ya que en un espacio muy pequeño conviven los tres niveles de administración. De esta forma, la Dirección General de Carreteras de la Comunidad de Madrid es competente en todas las carreteras con tres dígitos, salvo la N-320, así como en la M-45.

La Dirección General de Carreteras de la Comunidad de Madrid se orga-

niza en base a las competencias que tenemos.

Por un lado la Subdirección de Planificación, con Soledad Pérez-Galdós al frente, tiene encomendadas las labores de planificación, de concesiones y el área de gestión y coordinación administrativa. Esta subdirección se encarga de la tramitación de todos los estudios necesarios para la realización de una carretera nueva hasta la obtención de la DIA (Declaración de Impacto Ambiental); a su vez se encarga de realizar todas las actividades relacionadas con la seguridad vial, una de las facetas que más importancia recibe en esta Dirección General. Además, también recae en esta subdirección toda la gestión de las concesiones en peaje sombra, así como la planificación y licitación de nuevas concesiones, en su caso. Finalmente, se ha creado hace relativamente poco tiempo un área de coordinación y gestión administrativa que recoge prácticamente todas las labores de contratación y de tramitación de expedientes de la Dirección General de Carreteras.

Por otro lado, la Subdirección General de Construcción, con Pedro Berruezo al frente, tiene encomendadas las áreas de construcción, así como los proyectos de conservación y explotación.

### ¿Cómo interactúa la Dirección General de Carreteras con el resto de organismos que constituyen la Consejería de Transportes, Infraestructuras y Vivienda?

La Dirección General de Carreteras es un ente gestor, no administrativo. Esto significa que mientras que la Dirección General propone todos los expedientes, es la Secretaría General Técnica (SGT) quien los tramita. Por ejemplo, una certificación se elabora en la Dirección General pero tiene una tramitación muy extensa en la SGT. Otro ejemplo es la contratación de una obra. La Dirección General propone la contratación que tiene que ser informada por el área de contratación, por presupuestos, por el área jurídica y por intervención, antes todos ellos ajenos a la Dirección General. La interacción con la Consejería, por tanto, debe ser constante y muy fluida.

En cuanto al resto de Direcciones y antes de la Consejería la relación es muy buena también. Parte de Comités de Dirección, que organiza la Consejería todas las semanas, y continúa con proyectos y estudios conjuntos que realizamos con el área de Transportes y el Consorcio Regional de Transportes, por citar dos casos.

Una situación que se presenta en ciertos casos en la Comunidad de Madrid es la de las paradas de autobús y la problemática del cruce de carreteras en esos puntos. La relación con el Consorcio Regional de Transportes es constante en esos casos, lo que ha llevado a actuaciones de mejoras de seguridad vial en localidades como Galapagar, Daganzo, Navacerrada, Collado Mediano, Campo Real, Valdemorillo, Colmenar de Oreja y Villanueva del Pardillo.

**En los casos en los que las actuaciones que lleve a cabo esta Consejería de Transportes, Infraestructuras y Vivienda tengan lugar en carreteras limítrofes con otras comunidades autónomas ¿cómo se desarrolla esta relación?**

Básicamente de dos formas. La primera se refiere a carreteras ya construidas en las que parte de ellas atraviesan la comunidad limítrofe. Ejemplos de este tipo son la M-604 en el tramo entre Navacerrada y Cotos, la M-501 a la altura de Navahondilla, la M-507, la M-229, la M-305 y la M 307. En estos casos existen convenios de colaboración con Castilla-La Mancha y con Castilla y León en los que las competencias de explotación y conservación se encuentran transferidas (no así la titularidad de ellas), por lo que un permiso o multa lo elabora la comunidad encargada de su gestión y la tramita la comunidad titular de la vía.

La segunda forma es en la coordinación de las actuaciones. Con la Comunidad de Castilla-La Mancha



hemos coordinado las obras de la M-235 y la CM-235, entre Los Santos de la Humosa y Pozo de Guadalajara, para que se realizaran al mismo tiempo y se redujeran las afectaciones a los usuarios de esas carreteras.

**Y en los próximos años ¿qué queda por hacer? De hecho ¿se está llevando a cabo actualmente alguna actuación en la red de carreteras de la Comunidad de Madrid que quiera destacar?**

Según la Asociación Mundial de la Carretera (AIPCR) la región con mayor cantidad de "expressways" en el mundo, después de Toronto, es Madrid con 938 km. Pese a lo importante y bueno de este dato, todavía quedan muchas cosas por hacer.

La Dirección General de Carreteras acaba de terminar dos actuaciones importantes, como son la duplicación de la M-509 y el tercer carril de la M-503. Ambas actuaciones suponen para los conductores de estas vías (unos 125 000 veh./día) un ahorro anual de casi 7 horas en trayectos, que es como si les diésemos un día de vacaciones más al año.

Ahora mismo, en materia de construcción de carreteras, nos encontramos en fase de licitación de varias obras. Se trata de actuaciones concentradas en enlaces y puntos singulares, como el enlace entre la M-500 y la M-503 que soluciona un punto de atasco a los más de 420 000 vehículos que circulan por ese punto todos los días.

**Los años que lleva desarrollando su gestión se caracterizan por una coyuntura económica precaria en materia de carreteras ¿Cómo ha afectado este hecho a la Dirección General de Carreteras de la Comunidad de Madrid?**

Básicamente en una cosa, el cambio enorme en la mentalidad a la hora de planificar, diseñar y construir actuaciones. Si somos una de las regiones del mundo con mayor capacidad de carreteras es lógico que no nos podamos concentrar en realizar actuaciones que se basen en mejorar esa capacidad. El incremento de capacidad que conseguiríamos es muy reducido comparado con el alto coste de oportunidad que traen consigo los presupuestos con los que ha contado la Dirección General de Carreteras.

Las actuaciones que hemos realizado han consistido en la mejora puntual de aquellas situaciones que representaban un cuello de botella en la red de carreteras. Uno de los mayores ejemplos de esto es el tercer carril de la M-503, una carretera con cerca de 100 000 vehículos al día. El ahorro



en horas hombre en esta carretera es de más de 200 000 horas al año, lo que nos lleva a un “payback” de la inversión menor de un año: toda una muestra de eficiencia.

### ¿Qué avances se han hecho en la Dirección General de Carreteras de la Comunidad de Madrid en los años que lleva al frente de la misma?

La partida presupuestaria destinada a inversiones, tanto de construcción como de conservación (capítulo 6), ha tenido que adaptarse al contexto económico de la crisis. Dado que los presupuestos de la Dirección General de Carreteras se han visto disminuidos, uno de los mayores avances que hemos tenido es el de establecer un sistema de control y planificación presupuestaria que nos ha llevado a elevar la ejecución presupuestaria de forma notable en los últimos años; si el presupuesto disminuía el objetivo era conseguir la mayor eficiencia. El año 2013 se cerró con una ejecución cercana al 95%, el mayor en 10 años, y el año 2014 sigue una tendencia similar. Esto nos ha permitido que, pese a la coyuntura económica, no nos paremos y sigamos actuando tanto en construcción como en conservación.

### Desde su experiencia profesional ¿qué cree que caracteriza a la red de carreteras de la Comunidad de Madrid que la diferencia de las redes de otras comunidades autónomas?

La principal característica de la red de carreteras de la Comunidad de Madrid, después de su capacidad, es la IMD. La IMD de la red principal de carreteras es de más de 21 000 vehículos al día y la de la totalidad de la red es de más de 7000. Por otro lado se trata de una comunidad autónoma pequeña en cuanto a extensión. Además, nos encontramos con ca-



rrerteras con IMD tan variadas que van desde menos de 100 veh./día a casi 100 000 veh./día. Estos factores combinados hacen que sea una comunidad de difícil gestión. Tenemos los problemas locales de carreteras pequeñas combinados con la exposición que dan las autovías.

La orografía tampoco ayuda. Madrid tiene un total de 10 puertos de montaña, siendo el de Navacerrada el más problemático. La exposición mediática que existe en Madrid es muy alta por lo que el grado de exigencia, en cuanto al mantenimiento y la conservación de las carreteras, es muy alto.

### ¿Cómo ha evolucionado la accidentalidad en las carreteras de la Comunidad y qué estudios se realizan para analizar los accidentes y mejorar la seguridad vial?

Madrid ha disminuido el número de accidentes mortales un 75% en los últimos años, pasando de 108 accidentes al año en 2001 a 28 en el año 2014. Uno de los factores que ha ayudado a conseguir este magnífico dato es el tratamiento que se da a la seguridad vial en la Dirección General de Carreteras de la Comunidad de Madrid.

Las labores que se realizan desde esta Dirección General en materia de seguridad vial son las siguientes:

- Estudios de cada accidente mortal que se produce.
- Anuarios estadísticos de accidentalidad de toda la red.
- Estudios de cada Tramo de Concentración de Accidentes (TCA) identificado en la red.
- Estudios específicos que se realizan al detectar problemas singulares, ejemplos: accidentalidad de motoristas o ciclistas, atropellos de peatones, intersecciones problemáticas, curvas problemáticas, etc.
- Identificación de Tramos de Alto Potencial de Mejora (TAPM) (se van a realizar por primera vez al final de un contrato).
- Colaboración en estudios de seguridad vial con las Asociaciones Técnica y Española de la Carretera (ATC y AEC).

Cada uno de los estudios mencionados genera actuaciones para resolver los problemas detectados. Estas actuaciones pueden ser de bajo coste y corto plazo (actuaciones de conservación) y pueden ser de mayor coste y largo/medio plazo (actuaciones de construcción que requieren la redacción de un proyecto de construcción). En particular, se licitaron y ejecutaron en 2014 las obras de mejoras de TCA en la red de carreteras en las zonas este y sureste, y se prevé que en los próximos meses se liciten las actuaciones en el resto de las zonas con un presupuesto aproximado de 4 millones de euros.

### ¿En qué se caracteriza el programa de conservación y explotación de carreteras de la Comunidad de Madrid?

Este ha sido uno de los avances del cual me siento más orgulloso. La Comunidad de Madrid dispone de 9 zonas de conservación, siete de ellas gestionadas por contratistas. En el momento en el que entré en esta Dirección, existían siete contratos diferentes con tratamientos diferentes en cuanto a la maquinaria y al personal.



Acabamos de adjudicar los nuevos lotes del nuevo contrato. Éste se caracteriza por una serie de cosas:

- Se trata de un contrato con un pliego y siete lotes. Con esto unificamos criterios y evitamos situaciones comparativas que generaban problemas de gestión de los contratos.
- Se han introducido indicadores de servicio (13), con lo que la gestión de las órdenes de trabajo se simplifica. Además, se deja libertad de medios y organización de esos indicadores; nos importa que se haga y no tanto cómo se haga.
- Se ha introducido libertad en la gestión del personal, manteniendo siempre un personal mínimo, con la finalidad de dar mayor libertad de organización de los trabajos a los contratistas.
- Fuera de esta libertad se queda el material de vialidad inercial, que es fijo; pero sí que se elimina la antigüedad máxima y se sustituye por un indicador de disponibilidad de maquinaria.

En definitiva, se trataba de dar mayor libertad de organización y de posibilidad de ahorro a las contratas, con el fin de conseguir eficiencias que se trasladen después al precio en las ofertas. Todo este cambio está suponiendo además un cambio en el sistema de control de los contratistas y de los trabajos que realizan. Sabemos que el comienzo va a ser complicado, pero pensamos que a largo plazo se impondrá la contratación por indicadores.

## Por último, ¿qué opinión tiene de la labor que realizan las asociaciones de carreteras y en concreto la Asociación Técnica de Carreteras, como Comité Nacional Español de la Asociación Mundial de la Carretera, así como de la Asociación Mundial a la que pertenece?

La Dirección General de Carreteras de la Comunidad de Madrid es una organización muy importante, cuenta con casi 250 personas. Pese a esta cantidad de gente, existen áreas en donde pueden faltar recursos humanos. Esto provoca que en ciertas áreas no estemos tan por delante como nos gustaría estar. Las asociaciones de carreteras nos permiten tener un foro en donde podemos captar las mejo-

res prácticas en todas aquellos aspectos en los que por falta de personal no podemos llegar. En concreto, la ATC a través de jornadas, cursos específicos y grupos de trabajo en diferentes materias, permite a los técnicos actualizar sus conocimientos y estar al cabo de las últimas novedades científicas y técnicas en el sector. Por otra parte, desde hace muchos años somos miembros de la Asociación Mundial de Carreteras (AIPCR), y a la persona con el cargo de Director General de Carreteras le corresponde formar parte de uno de los Comités Técnicos de la Asociación.

En el anterior cuatrienio 2007-2011 fuimos miembros del grupo de trabajo TC B 3.2 *"Land use planning and road transport"* y asistimos a la mayoría de reuniones de trabajo y al Congreso Mundial de Carreteras que se celebró en México y en el que se presentó una ponencia sobre el caso de estudio de Madrid. En el cuatrienio actual 2012-2015 somos miembros del grupo de trabajo 2.2.1 dentro del Comité Técnico 2.2 *"Improved Mobility in Urban Areas"*, que dará lugar al informe final que se presentará en Seúl en noviembre de 2015, con motivo del 25º Congreso Mundial de Carreteras. También participaremos en la zona expositiva del Pabellón de España, junto a otras Administraciones, asociaciones y empresas del sector de la carretera y de la construcción. ❖





# SÚMATE AL PROYECTO ONGAWA

TECNOLOGÍA / AGUA / PARTICIPACIÓN / TIC /  
VOLUNTARIADO / ENERGÍA / AGRO / SOCIOS

Tfno.: (+34) 91 590 01 90  
[info@ongawa.org](mailto:info@ongawa.org)  
[www.ongawa.org](http://www.ongawa.org)

Antes:



ONGAWA es una asociación declarada de Utilidad Pública. Las cuentas de ONGAWA son auditadas anualmente por BDO Audibería. ONGAWA cumple todos los Principios de Transparencia y Buenas Prácticas de la Fundación Lealtad. ONGAWA recibió, en 2005, la certificación ante la AECID como ONGD Calificada en el sector Tecnología

# ITS para la mejora de la seguridad vial: aplicaciones más viables y eficientes en gestión de carreteras



ITS for improvement of road safety: more efficient and feasible applications in the area of road management

**Comité Técnico de Seguridad Vial**  
*Asociación Técnica de Carreteras*

Redactado por:

**Pablo Pérez de Villar**  
**Enrique Casquero**  
**Alonso Domínguez**  
**Ignacio Hervás**

**Jaime Huerta**  
**Jesús Leal**  
**Roberto Llamas**  
**Salvador Llorenç**

## Resumen

Los Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) presentan un enorme potencial como medidas eficientes para la mejora de la seguridad vial. En este artículo se recoge cómo los ITS pueden contribuir a reducir la siniestralidad o a paliar sus consecuencias y se destacan las alternativas concretas que los expertos en gestión de carreteras consideran más viables y efectivas, dando un enfoque práctico para su implantación en carreteras.

En este artículo se destaca además la necesidad de reforzar la presencia de las evaluaciones económicas de las actuaciones de mejora de la seguridad vial. En ese sentido, se dan referencias sobre cómo llevarlas a cabo y se recopilan los resultados más relevantes en relación con la eficacia de varios de los ITS más habituales. De esta forma se difunde cómo defender técnicamente la elección de ITS frente a otras opciones.

Por último se dedica un apartado a abordar lo que, según los especialistas en la materia, están siendo las tendencias y retos que se observan en cuanto a implantación de ITS de carreteras para los próximos años.

**PALABRAS CLAVES:** seguridad vial, ITS, gestión, PMV.

## Abstract

Intelligent Transport Systems (ITS) have a relevant potential as efficient road safety measures. This paper explains how ITS work enhancing road safety: basically they decrease the probability of accidents and also their consequences. Besides, the paper gathers the best examples of road safety ITS according to experts opinion. The examples have been selected with a practical approach with the aim of reminding the road management sector that ITS are a feasible and efficient alternative to improve road safety.

This paper also highlights the need of undertaking economical assessments of road safety measures. The best practices on this issue are referenced. Besides the paper includes the results of significant studies regarding to the effectiveness of road safety ITS. By applying this techniques and information, professionals can find a way to uphold the selection of ITS instead of other alternatives.

Last but not least, the last section of the paper tackles current trends and next challenges of road safety ITS implementation.

**KEY WORDS:** road safety, ITS, management, PMV.

Con el avance de las nuevas tecnologías se ha impulsado el desarrollo de aplicaciones inteligentes en diferentes ámbitos y, específicamente, en el campo del transporte por carretera. Dichas aplicaciones se integran bajo la denominación genérica de ITS (sistemas inteligentes de transporte) y en el ámbito de la carretera vienen empleándose desde hace décadas, fundamentalmente como herramientas para la mejora de la capacidad y gestión de la movilidad. Sin embargo, en los últimos tiempos también se han llevado a cabo desarrollos y aplicaciones tecnológicas de este tipo en el campo de la seguridad vial.

El despliegue en un futuro más o menos cercano de estos sistemas ITS con el objetivo primordial de mejorar la seguridad en la circulación tiene un importante potencial de eficacia. Quizás la crisis en la que estamos inmersos sea una de las causantes, si no la principal, de la ralentización de la extensión o generalización de los ITS en el mundo de la seguridad desde la perspectiva de los gestores de la infraestructura (no tanto en el ámbito de la automoción). También sea la causante de que diferentes Administraciones u Organismos se estén replanteando la idoneidad de la implantación o mantenimiento de algunos de dichos sistemas.

Así pues, los técnicos responsables de las carreteras y gestión del tráfico deben exponer y convencer a los decisores políticos de la efectividad y eficiencia de estos sistemas ITS desde el punto de vista de la reducción de la accidentalidad; y para ello es conveniente disponer de información suficiente y contrastada para argumentar adecuadamente la posible implantación de un sistema ITS para resolver problemáticas concretas detectadas en su red viaria.

En este contexto, se ha enmarcado uno de los trabajos propuestos a desarrollar dentro del Comité de Seguridad Vial de la Asociación Técnica de la Carretera (ATC) durante el presente ciclo hasta el próximo Congreso Mundial de

la Carretera que se celebrará en 2015. Como objetivo básico se ha perseguido poner de manifiesto y divulgar las posibilidades que ofrecen los ITS para la mejora de la seguridad vial, fundamentalmente desde un punto de vista de la gestión de las infraestructuras, poniendo en valor aquellos sistemas más efectivos y viables para su implantación en el sistema viario español. También se ha abordado la influencia que tienen estos sistemas ITS en la seguridad y cómo debe procederse a la evaluación de los mismos para analizar comparativamente las distintas alternativas y, de este modo, poder adoptar la más beneficiosa. Así mismo, se incluyen referencias a publicaciones y estudios internacionales contrastados en el mundo científico en este sentido y se muestra la eficacia de determinados sistemas, no sólo en términos cualitativos sino también cuantitativos de la reducción de víctimas en accidentes de tráfico. Finalmente, se hace una reflexión sobre el futuro de los ITS y su aplicación en las carreteras, analizando sus tendencias y los posibles desafíos o retos en este ámbito.

Así pues, con la publicación de este artículo se viene a culminar la labor realizada hasta ahora por el grupo de trabajo creado "ad hoc" en el seno del Comité para abordar estos temas.

## 1. Los Sistemas Inteligentes de Transporte

Los Sistemas Inteligentes de Transporte (más conocidos por sus siglas en inglés, ITS -Intelligent Transport Systems-), son aquellos sistemas que integran las tecnologías de la información y de las comunicaciones aplicadas al transporte. Algunos ITS llevan aplicándose satisfactoriamente en carreteras desde hace varias décadas, contribuyendo a la mejora de la seguridad vial. Sin embargo, el *leitmotiv* que conduce a la instalación de ITS habitualmente tiene más que ver con la mejora de la capacidad o la gestión de la movilidad que con la seguridad vial.

A este respecto, los expertos en la materia aseguran que la eficacia de los dispositivos y actuaciones tradicionales sobre la infraestructura y el vehículo (especialmente lo que se denomina seguridad pasiva) está llegando a su límite. En este sentido, los ITS constituyen la alternativa con mayor potencial; de hecho, el Libro Blanco del Transporte (Comisión Europea, 2011) considera que para lograr los objetivos en materia de seguridad vial para el año 2050 es necesario desplegar las tecnologías de seguridad vial.

En este artículo se muestran las posibilidades que presentan los ITS en relación con la gestión de la infraestructura, específicamente para la mejora de la seguridad vial, y se recogen las opciones que se consideran más viables y eficientes. Los primeros apartados versan sobre estos aspectos. En el cuarto apartado se expone una metodología de evaluación para análisis de alternativas, necesario siempre para la toma de decisiones que impliquen una inversión en ITS; también se analizan cualitativamente los beneficios de los diferentes sistemas y se aportan, además, datos cuantitativos de eficacia de las mejores alternativas. De esta forma se difunden al sector las herramientas técnicas que permiten defender la elección de ITS frente a otras opciones. Por último se recoge un apartado con las tendencias y retos que se observan en cuanto a implantación de ITS de carreteras para los próximos años.

## 2. Influencia de los ITS en la seguridad vial

Existen sistemas ITS que se han desarrollado con el objetivo primario de mejorar la seguridad vial: por ejemplo, los que avisan a los conductores de peligros próximos, aconsejándoles utilizar rutas y velocidades más seguras, mejorando el control del vehículo en ciertas situaciones críticas o avisando a los servicios de asistencia en caso de que haya ocurrido un

accidente. Sin embargo, la mayoría de los ITS se han implantado con otros objetivos primarios distintos de la seguridad vial. No obstante, también tienen un efecto positivo sobre la seguridad vial, debido a los cambios de los itinerarios y del comportamiento del conductor que pueden resultar de su utilización.

Los sistemas que tienen como objetivo principal la mejora de la seguridad vial generalmente se centran directamente sobre el usuario y su comportamiento. Sin embargo, también pueden producirse impactos negativos en ciertos aspectos del comportamiento de los conductores, por una adaptación de este comportamiento, por la compensación del riesgo o incluso por la incomodidad que puede producir en los conductores sentirse controlados. Por ese motivo, es necesario conocer los fundamentos que permiten que los ITS mejoren la seguridad vial. Estudios realizados con esa finalidad [7], concluyen que los mecanismos por los cuales los ITS influyen sobre la seguridad son los siguientes:

1. *Afección a la seguridad vial del usuario en el momento de la conducción.* Los ITS en este sentido pueden condicionar de dos formas:

- Modificación directa e instantánea del comportamiento del conductor por la influencia directa de la información recibida por un sistema ITS. Dicho sistema puede estar en el propio vehículo (alertas de colisión, de distancia o visibilidad, señalización en parabrisas,...) o sobre la carretera (señalización variable, sistemas v2i como guía, etc.). También hay que tener en cuenta que este tipo de sistemas, en mayor o menor medida, puede producir una afección negativa a la seguridad por exceso de carga mental y por tanto por una incidencia en la atención del conductor.

- Modificación indirecta, diferida y permanente del comportamiento del conductor. El conductor se adapta siempre a los cambios siguiendo lo que se conoce como “adaptación del comportamiento”, que suele aparecer tras un cierto tiempo y es muy difícil de predecir. Esta adaptación del comportamiento puede aparecer de maneras muy diferentes, afectando a la distancia entre el vehículo y el que va delante cuando uno va siguiendo al otro o por el cambio de expectativas sobre el comportamiento de otros usuarios, cambio en la velocidad, concentración, etc. Esta afección se produce en los conductores con sistemas embarcados, pero también en conductores que no usan o no disponen en su vehículo de estos sistemas. Bien por imitación del comportamiento de los otros usuarios o bien por el cambio en la interacción/comunicación entre conductores usuarios de ITS y conductores no usuarios de ITS.
2. *Afección a la seguridad vial por diferente exposición al riesgo.* La modificación de la exposición de los usuarios de la vía constituye un

área en la que la introducción de los ITS tiene un impacto muy grande, por la modificación, por ejemplo, de los patrones de desplazamiento, de la elección del modo de transporte o de la elección de itinerarios.

A través de informaciones, recomendaciones y restricciones, recibidas y gestionadas gracias a los ITS (cogestión, gestión de aparcamientos, restricciones de acceso a zonas determinadas, presencia de peajes...) puede condicionar:

- Un horario del desplazamiento: en determinadas horas el riesgo vial es mayor que en otras.
- Un modo de transporte distinto (coche propio o transporte colectivo, coche compartido, etc.) que por tanto implicaría un riesgo de seguridad diferente al anteriormente utilizado; diferentes modos de desplazamiento presentan diferentes tipos de riesgo de accidente, por consiguiente, cualquier medida que influya sobre la elección modal ejerce igualmente una influencia sobre la seguridad vial.
- Un itinerario diferente, por restricciones de la demanda,



Figura 1. Equipamiento ITS instalado en un tramo de la A-8 recientemente puesto en servicio  
Fuente: Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento

incluyendo itinerarios de desvío, sistemas de guía, sistemas de información dinámica de la ruta, sistemas de aviso de peligros, sistemas de control de los incidentes. Las partes diferentes de la red de carreteras, es decir, las diferentes categorías de carreteras presentan distintos riesgos de accidente. Por eso, toda medida que tenga una influencia sobre la elección del itinerario por desvío de la circulación hacia carreteras de diferente categoría presenta igualmente un impacto sobre la seguridad vial.

3. *Afección a las consecuencias de los accidentes.* Disminución de la gravedad de los accidentes, gracias a los sistemas inteligentes embarcados de reducción de los traumatismos, y gracias a la comunicación rápida y precisa de informaciones sobre las colisiones y la consiguiente reducción del tiempo de intervención.

### 3. Los ITS más viables y efectivos para su implantación en carreteras

Muchos sistemas ITS basados en la infraestructura han demostrado su efectividad en reducir el número de víctimas y muertos, y existen publicaciones de referencia que llegan a señalar los más indicados en ese sentido para su instalación y gestión por una administración de carreteras. Concretamente, según el informe del Comité Técnico "Seguridad Vial" de la AIPCR [3], los siguientes sistemas pueden ser implantados por las administraciones de carreteras:

1. Los sistemas de control de la velocidad (avisadores de peligros localizados, señalización de limitaciones de velocidad variables).
2. La adaptación inteligente de la velocidad / alerta (aviso) de velocidad, apoyadas en bases de datos digitales compatibles con los límites de velocidad.

3. La aplicación automatizada del Código (Reglamento) de la Circulación (cámaras infrarrojas, controles-sanciones automáticos, control de distancias de seguridad en túneles, alcoholímetro antiarranque).
4. La gestión de incidentes (detección automática de incidentes), paneles y señales de mensaje variable, sistemas de aviso embarcados o en la infraestructura, eCall (llamada automática en caso de accidente).

En el seno del Comité de Seguridad Vial de la ATC, expertos en la materia han analizado y discutido cuáles serían actualmente las mejores opciones en ese sentido y se podrían concretar básicamente en las que se indica a continuación.

#### 3.1 Instalación de paneles de mensaje variable (PMV)

Aunque no es el único, es uno de los sistemas más directo y efectivo de transmitir información variable al conductor. Existen dos principios muy claros que deben tenerse en cuenta y que en ocasiones no se toma en suficiente consideración:

- *Los PMV deben dar solamente información variable.* Para dar información permanente se debe usar

la señalización fija. No se debe por tanto anunciar una ruta o un destino si no es como consecuencia de una eventualidad que la haga provisionalmente relevante. Los PMV sólo son efectivos si el usuario los encuentra en funcionamiento cuando se produce una eventualidad. El resto del tiempo conviene que esté apagado.

- *La ubicación de los PMV es clave para su funcionalidad.* Habitualmente se ubican próximos a las salidas de las carreteras provistas de sensores para prevenir las incidencias de cada tramo posterior. La distancia de anticipación a la salida debe ser tal que evite que el usuario olvide la información reflejada, pero suficiente para que pueda decidir sobre su conveniencia. Cuando el panel se dispone con otros efectos, (retenciones habituales, puntos de corte por climatología adversa, u otros), se deben observar idénticos criterios.
- *El texto y los pictogramas se deben ajustar a los criterios de señalización normativos.* Su uso en España está reglamentado de acuerdo a la Resolución de 1 de junio de 2009, de la Dirección General de Tráfico, por la que se aprueba el Manual de Señalización Variable.



Figura 2. Ejemplo de instalación de panel de mensaje variable  
Fuente: Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento

Aunque el PMV más extendido es aquel que dispone de 1 ó 2 partes gráficas y 3 líneas de texto (normativa UNE 199051-1 "Equipamiento para gestión de tráfico. Paneles de mensaje variable. Parte 1: Equipamiento y especificaciones funcionales"), en lugares donde se establezca velocidad variable u otro tipo de circunstancias especiales se puede disponer una parte gráfica sobre cada uno de los carriles, de manera que pueda diferenciarse sobre cada carril la velocidad máxima, su regulación en sentido contrario o su corte por obras.

Son especialmente útiles para prevenir circunstancias sobrevenidas en un tramo de carretera. Así, cuando en los centros de gestión se perciben las eventualidades (un accidente, un objeto que suponga un obstáculo, una retención, un hundimiento o socavón de algún elemento de la infraestructura), la primera medida a tomar debe ser la activación del correspondiente PMV. Esta información, al ser percibida por los usuarios que se aproximan, avisa de la eventualidad que van a encontrarse. Es importante que la información que aparece en el PMV sea rigurosa y esté permanentemente actualizada, pues la diferencia entre la realidad y lo anunciado es causa de descrédito.

### 3.2 Captación y tratamiento de imágenes y vídeos

La sensorización en carretera ha ido evolucionando mucho como herramienta de gestión de tráfico. Así, existe una variedad de sensores que captan el tráfico, su composición y velocidad en puntos fijos de la red de carreteras. Cuantos más puntos de sensorización haya, mejor conocimiento del estado del tráfico real se tendrá. Y dado que el tráfico tiene variaciones bastante rápidas, los períodos de integración cortos, inferiores al minuto, son muy útiles para detectar cuándo se están produciendo incidentes aun sin verlos, como resultado de los distintos algoritmos que se pueden

construir a partir de las variables de tráfico captadas.

Los sensores que habitualmente se usan en carretera son los lazos inductivos que detectan el paso de una masa metálica por encima de los mismos. Situando dos puntos sensores a una distancia conocida (en torno a los 2 m) se puede conocer velocidad y longitud de cada vehículo que pasa por encima de las mismas. Aunque son sistemas intrusivos, están muy desarrollados y tienen un alto porcentaje de acierto (98%) con independencia del ambiente atmosférico y de la luz existente. Existen muchos otros sistemas (láser, radar, huella magnética, microondas, *bluetooth*, NFC, localización GPS) que están alcanzando una cierta madurez pero que, por distintos motivos, todavía no se emplean masivamente o, si se usan, es por parte de redes privadas con el ánimo de orientar a sus clientes (son muestreos estadísticos). Entre todos estos sistemas la cámara empieza también a implantarse como elemento de captación de datos.

La imagen ha sido uno de los sistemas más tradicionales en el ámbito de la gestión viaria, pero su uso va más allá de la estricta vigilancia viaria y puede ser —de hecho lo es— un elemento de aprendizaje para los ingenieros especializados en seguridad vial. Además, en la actualidad los sistemas de reconocimiento de caracteres (OCR) y el análisis digital de imágenes han añadido gran funcionalidad a la cámara. Tan solo se debe ubicar la cámara de la manera correcta y tratar la imagen con el software adecuado para tener una toma de datos especializada, con un porcentaje de acierto muy razonable.

Así las cosas, podríamos especificar determinados usos de la cámara:

- *Vigilancia del flujo del tráfico.* Para este cometido se suelen buscar puntos en los que haya un campo de visión amplio. Con estas cámaras es difícil detectar detalles; sin embargo, dan una idea de la mayor o menor fluidez de la circula-

ción, y si existen incidencias singulares que la condicionen. Suelen captar incidentes de tráfico y por ello estos fragmentos son bastante instructivos para determinar los problemas que generan accidentes. También son útiles para apreciar el comportamiento de los usuarios ante retenciones o ante incidentes diversos.

Un buen criterio de colocación es aquel con el que se consigue barrer la totalidad de la longitud de la carretera a gestionar. Esto no siempre es fácil porque las obras de fábrica y los distintos elementos de la carretera pueden generar zonas de sombra. Por otra parte, se debe tener presente que a más de 600 metros del punto de imagen es difícil apreciar, incluso con zoom, situaciones singulares.

- *Detección automática de incidentes (DAI).* Para determinados ambientes confinados, en especial para túneles, esta herramienta proporciona un gran servicio de gestión global. Para que funcione correctamente, la cámara debe estar en posición fija —preferiblemente cenital y centrada, aunque también puede ser lateral— y debe cubrir tramos relativamente cortos del espacio a inspeccionar. Obviamente, en este caso no se permite ninguna zona de sombra (puntos no visibles desde la cámara) so pena de no tenerlas controladas. El *software* de análisis se basa en un aprendizaje de las transformaciones que la imagen sí puede tolerar contra aquellas en las que debe alarmar y, en este último caso, su clasificación (vehículo detenido, contrasentido, incendio, etc.). Como es lógico, el sistema es compatible con otros sensores, como el cable sensor, los visibilímetros, los detectores de tráfico, etc.

Tiene el inconveniente de que su deseada sensibilidad motiva falsas alarmas por cambios de iluminación global (noche-día

o iluminación intensa-tenue), o por climatología adversa (lluvia, niebla, etc.); por tanto, aunque se están probando estos sistemas de análisis de imágenes para exteriores, su porcentaje de error sigue siendo demasiado alto como para plantearlo de manera generalizada. En esta línea de desarrollos con más futuro que presente, existe *software* que es capaz de analizar la trayectoria de un vehículo y de sus desarrollos se podrían obtener aforos direccionales, tan importantes para el diseño de los elementos viarios, como para conocer con mayor rigor las trayectorias previas a los incidentes que se producen, de cuyo análisis se obtendría una información muy relevante en el ámbito de la seguridad.

- *Lectura de matrícula por OCR (optical character recognition)*. De esta tecnología, que permite conocer la matrícula de cada uno de los vehículos que pasan por una sección concreta de la carretera, se pueden obtener grandes beneficios. El sistema tiene un grado de fiabilidad bastante alto (puede fallar en el caso de matrículas sucias o escondidas en la carrocería) y no depende de la climatología (aunque ésta influye en casos extremos), ni de la luz ambiental (usa una lámpara de luz infrarroja). La instalación también debe ser cuidada, de manera que la cámara sea fija y se disponga enfocada de forma que el centro de la imagen corresponda con el paso de la matrícula de los vehículos que circulan por el carril.

En realidad, el reconocimiento de objetos se usa ya en muchos campos de la producción industrial y de la seguridad (por ejemplo, reconocimientos faciales). El reconocimiento de texto en placa de matrícula se usa en muchos ámbitos de la movilidad. Así se controlan accesos a estacionamientos, zonas urbanas reservadas, centros privados, etc. Puesto en carretera, ha tenido hasta el momento dos usos



Figura 3. Ejemplo de gestión de imágenes y vídeos  
Fuente: Generalitat Valenciana

muy conocidos, como es el uso en peajes abiertos —no implantado de momento en España— y el de identificación de infractores que superan la velocidad máxima en los radares de carretera.

Sin embargo su potencialidad en carretera va más allá. Con esta herramienta se pueden conocer velocidades medias de tramos y por tanto tiempos de recorrido. Cualquier ingeniero de seguridad vial puede con sus datos tener una envidiable base de aforos y de velocidades de tramo con la que afinar en el nivel de servicio de una carretera y, así mismo, conocer la distribución de velocidades y la composición del tráfico. Y todo esto, además, de manera anónima, sin guardar datos de matrícula una vez contabilizado el paso por dos secciones concretas. Si, además, los datos se pudieran cruzar con las características de los vehículos (y después no guardar los números de matrícula) además se podría tener un conocimiento exhaustivo de la composición del tráfico. Cualquier técnico de seguridad vial sabe perfectamente que para un análisis exhaustivo de un tramo problemático, conocer la velocidad y composición del tráfico resulta muy útil.

### 3.3 Captación y explotación de datos meteorológicos

La meteorología influye de manera directa sobre el estado de la calzada y la visibilidad, lo que puede incrementar de manera decisiva la probabilidad de ocurrencia de accidentes en condiciones desfavorables. Poder conocer con cierta anticipación lo que ha de acontecer tiene un efecto beneficioso, pues prepara al conductor para enfrentarse a condiciones adversas. Por ello, en la información meteorológica no es solo relevante la captación de datos sino la difusión de la información procesada a los conductores.

De todas las inclemencias meteorológicas, la que más condiciona la movilidad es la presencia de nieve o hielo en la calzada. El resto de meteoros e inclemencias (viento, lluvia o niebla) van a condicionar también la conducción y el usuario debe adecuar la velocidad a la intensidad de los mismos; sin embargo su aparición nunca es tan súbita que pueda condicionar un viaje o motivar maniobras inesperadas.

Las estaciones meteorológicas de carretera han ido evolucionando de manera que en un principio disponían de los sensores más convencionales (termómetro, barómetro,

pluviómetro, tiempo presente, visibilímetro, anemómetro, piranómetro) para introducirles posteriormente sensores de calzada que informan del estado de la misma (temperatura en superficie, en interior, presencia de agua, hielo, nieve, conductividad). Además, con el software correspondiente son capaces de predecir el punto de rocío, de congelación y por tanto la previsión de hielo o, lo que resulta más conveniente, la alarma para tratar con fundentes la aparición del mismo. En un último paso se están convirtiendo en estaciones ambientales con sensores de contaminación añadidos (CO, NO<sub>x</sub>, partículas en suspensión y ruido ambiental).

Desde el centro de gestión en el que se reciben todos estos datos, se deben protocolizar los umbrales que deben dar alarmas que motiven la actuación del gestor viario en aras de evitar la mayor afección a las carreteras. Así, los datos recogidos de las estaciones meteorológicas, incluso sus previsiones, se pueden complementar con los datos de previsión recibidos de los centros meteorológicos oficiales y así empezar a obtener un mapa de afecciones o de una previsión de afecciones que dimensione medios y organice el trabajo paliativo. En este campo cabe destacar la instalación de sistemas que permiten la difusión automática de fundentes sobre el firme de tramos críticos (zonas sombrías, salidas de túneles, puentes, etc.) y que ya están operativos con éxito en varios tramos de carreteras españolas.

En cualquier caso, durante los episodios climatológicos adversos es responsabilidad del Gestor tener controlados en todo momento sus medios y conocer qué está aconteciendo en cada tramo. Para lo segundo es importante tener un despliegue de sensorización adecuado, buscando el punto de equilibrio entre la inversión y el mayor grado de conocimiento; mientras que para lo primero, conviene que todos los vehículos que forman parte de un grupo de mantenimiento estén equipados con GPS y que su



Figura 4. Estación meteorológica instalada en carretera  
Fuente: Generalitat Valenciana

posicionamiento y ruta realizada pueden reflejados en una aplicación. En especial, las máquinas especializadas pueden también emitir señales de sus dispositivos y así conocer qué tramos se tratan, con qué nivel de fundente e, incluso, obtener imágenes estáticas del estado previo y posterior de cada uno de ellos.

Finalmente, toda esta información conviene hacerla llegar al usuario, para que en todo momento sepa con qué se va a encontrar cuando circula por tramos que puedan estar afectados. Además de la difusión de las afecciones en carretera que se den en boletines informativos de radio, prensa e internet, conviene que la información pueda llegar a los navegadores con los sistemas RDS-TMC que tiene establecidos la DGT, así como a los paneles de mensaje variable, de los que se ha hablado anteriormente.

### 3.4 Sistemas de vigilancia y control policial

Dentro de los sistemas ITS más relevantes para su aplicación dentro de este bloque destaca, por su eficacia en tramos con elevados registros de siniestralidad, la instalación de controles de velocidad. Estos controles pueden llevarse a cabo a través de la instalación de radares clásicos (cinemómetros, láser, espiras de inducción o grabación de vídeo) que sancionan a los vehículos que superan la velocidad permitida en un punto concreto. No obstante, actualmente en España se están implantando con gran eficacia los radares de tramo que generan automáticamente sanciones cuando la velocidad media en un tramo supera el límite permitido en el mismo. Otro de los sistemas más eficaces es el denominado “foto rojo” que detecta y

sanciona a los vehículos que superan un semáforo con la luz roja encendida.

La instalación de estos sistemas no es demasiado costosa y, por el contrario, es de las más efectivas. Aunque lo normal es que su ejecución la acometa la autoridad que gestiona el tráfico (DGT, *Servei Català de Trànsit*, etc.) no es imprescindible que sea así, de tal forma que el gestor de la infraestructura puede llevar a cabo la ejecución de estos sistemas y trasladar después la explotación al órgano gestor competente en la imposición de sanciones de tráfico. Este tipo de actuación o colaboración ya se ha realizado por parte de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento; así entre 2009 y 2010 llevó a cabo la instalación de 16 radares cuya gestión y mantenimiento cedió posteriormente a la Dirección General de Tráfico del Ministerio del Interior.

Cabe señalar que la instalación de sistemas de vigilancia y control policial presenta un enorme potencial, hasta el punto de que actualmente ya existen sistemas que detectan y controlan el número de ocupantes para ajustar automáticamente algunos peajes y para sancionar en el caso de vías en las que es necesaria una ocupación mínima del vehículo para circular. Pero incluso la tecnología de control automático puede aplicarse para detectar vehículos que circulan sin seguro vigente, permiso de circulación o no haber pasado la ITV.

## 4. Evaluación de ITS

### 4.1 Metodología general

En cualquier campo de actividad, una gestión eficiente exige llevar a cabo evaluaciones de los resultados; si éstas se realizan de forma rigurosa y sistemática pueden contribuir notablemente a mejorar los procesos y a orientar los recursos hacia lo que más satisfaga los objetivos perseguidos. En la gestión de la seguridad de las infraestructuras viarias la evaluación de la eficacia de las medidas es singularmente importante, pues su objetivo es salvar vidas con actuaciones que se ejecutan con fondos públicos; por tanto tienen un significativo coste de oportunidad. Dicha evaluación cobra mayor relevancia, si cabe, cuando la medida de seguridad vial consiste en la implantación de ITS. La razón se encuentra en que, a diferencia de las actuaciones “convencionales” sobre la infraestructura, los ITS requieren calibrado y ajuste para verificar y optimizar sus funcionalidades.

En este sentido, desde 2014, la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento exige expresamente incluir un análisis coste-beneficio específico para los sistemas ITS contemplados en estudios informativos y anteproyectos<sup>1</sup>. A pesar de las dificultades que se encuentran a la hora de hacer este tipo de evalua-

ciones, la metodología para llevarlas a cabo lleva mucho tiempo consolidándose. De hecho, actualmente existen numerosos procedimientos para la evaluación de proyectos de transporte, los cuales suelen englobarse generalmente en el marco del análisis coste-beneficio. Como referencias caben destacar los de la Comisión Europea [6], la AIPCR [4] o el CEDEX [8].

Básicamente estas evaluaciones consisten en comparar los beneficios que se esperan tras la implantación de la medida con los costes que supone, considerando un mismo horizonte temporal para ambos conceptos. A este último respecto debe tenerse en cuenta que generalmente la vida útil de los ITS es significativamente menor que la de otras medidas que se puedan adoptar en la carretera. El motivo se encuentra en los rápidos avances que hay en este campo, los cuales inexorablemente producen una pronta obsolescencia de los dispositivos, evaluada entre 10 y 15 años [10].

### 4.2 Análisis de beneficios

Los beneficios de la implantación de ITS relacionados con la seguridad vial provienen de su contribución en la reducción del número de accidentes, así como en su gravedad, derivados del aumento y mejora de la información disponible para el conductor, para el vehículo y para los gestores del tráfico e infraestructura. En cada caso hay que estudiar los beneficios que corresponden.

La información al conductor puede ir desde el tráfico en el corredor hasta la advertencia de un peligro puntual. En este sentido, un claro ejemplo lo proporciona la instalación de paneles de mensaje variable en



Figura 5. Ejemplo de instalación de cámara y radar  
Fuente: [www.autobild.es](http://www.autobild.es)

<sup>1</sup> Nota de Servicio 1/2014 sobre «Recomendaciones para la especificación de los requisitos sobre ITS “Sistemas Inteligentes de Transporte” en los estudios informativos, anteproyectos y proyectos de construcción de la red estatal de carreteras»

tramos anteriores a otros frecuentemente congestionados o que presenten otros problemas de seguridad vial. Dichos paneles pueden informar de tiempos de recorrido, de la proximidad de retenciones o de cortes de carril por trabajos en la carretera o por la presencia de obstáculos; todo ello sin menoscabo de la posibilidad de alertar frente a otras situaciones que impliquen un mayor riesgo difíciles de detectar por los conductores. De esa forma, es posible conseguir que los conductores extremen las precauciones e incluso que cambien a itinerarios más seguros, previniendo en todo caso la producción de más accidentes.

La provisión de datos al vehículo permite que los dispositivos a bordo del mismo adviertan de riesgos al conductor y también que, llegado el caso, actúen de forma automática modificando velocidades y hasta trayectorias. Los sistemas de este tipo entran dentro de lo que se vienen denominando “sistemas cooperativos”, que es el campo dónde en estos momentos más se están centrando los avances en ITS. Aunque a día de hoy no se han desarrollado demasiadas experiencias de sistemas cooperativos infraestructura-vehículo, la industria del automóvil está apostando firmemente para integrar en sus dispositivos de seguridad datos de aspectos que corresponde gestionar al titular de la vía. La consolidación de esta vía de trabajo permitiría, por ejemplo, integrar alertas sobre presencia de trabajos de mantenimiento ordinario, sobre el tipo o estado del pavimento, sobre velocidades recomendadas en función de determinadas circunstancias relacionadas con la conservación de la infraestructura, etc.

En cuanto a la mayor monitorización que permiten los ITS de la carretera y el tráfico por parte de sus gestores, hay que destacar que ésta repercute muy positivamente en un aspecto clave: en la detección de incidentes. Disponiendo de los datos suficientes (históricos y en tiempo

real), es posible predecir un mal comportamiento de la circulación o de la infraestructura y que así dichos gestores puedan adoptar las medidas que sean necesarias para evitarlo o paliarlo. Pero además de coadyuvar a una gestión proactiva, un buen equipamiento ITS puede permitir que los gestores se percaten inmediatamente de la presencia de un accidente y lo localicen con mucha mayor precisión. De esta manera pueden reducirse los tiempos de intervención para la gestión del tráfico y atención a los accidentados.

Mención especial merece el sistema de llamada *eCall*, mediante el cual, un dispositivo a bordo del vehículo marca automáticamente el número 112 y transmite a los servicios de emergencia la localización exacta en que se encuentra cuando tiene lugar un accidente grave. Hay que tener en cuenta que las posibilidades de recuperar al paciente con traumatismos graves se reducen exponencialmente si éste no recibe la atención hospitalaria adecuada en la hora siguiente al accidente. Según datos del Automóvil Club alemán, el 66 % de las muertes en accidentes de tráfico se producen en los 20 minutos posteriores al accidente. En España, los tiempos medios de respuesta oscilaban entre los 25 y los 38 minutos [12]. A este respecto, si se lograra que la mediana de los tiempos de reacción fuera 10 minutos inferior, se lograría reducir la probabilidad de fallecimiento en un tercio [9].

### 4.3 Recursos concretos para la evaluación

A la hora de comparar la implantación de ITS con otras alternativas para la mejora de la seguridad vial, es fundamental estimar la eficacia de cada una de ellas. Por un lado, es cierto que generalmente no puede llegar a conocerse con exactitud la repercusión que tendrá una actuación para reducir la accidentalidad. Es más, la cuantificación rigurosa de la eficacia de las que se van ejecutando entra-

ña gran complejidad. No obstante, para poder optar por la inversión más conveniente para la sociedad, es necesario aproximarse a ella mediante estimaciones.

La mejor fuente de información a este respecto la aportarían estudios rigurosos de eficacia en carreteras similares a aquella en la que se pretende implantar el ITS y dentro del mismo entorno geográfico. Sin embargo, la realidad es que muchas veces no se dispone de los resultados de experiencias de implantación de ITS en circunstancias completamente análogas. En estos casos, hay que recurrir a información sobre los efectos que ha tenido la implantación de ITS en otras situaciones. A este respecto debe advertirse que hay que tomar con cautela los datos de eficacia de medidas que se encuentran en la bibliografía científica y técnica. Cuanto más parecidas sean las circunstancias de las carreteras del estudio de referencia y las de aquellas en las que se pretende acometer la actuación, más garantías habrá en la aproximación de los resultados. En este sentido, es imprescindible que la medida cuya eficacia se pretende aplicar esté bien dirigida para resolver la problemática; de otra forma, los datos de eficacia no sólo no serían fiables sino que la propia medida podría resultar anodina.

Salvadas estas advertencias, se encuentran varias fuentes de información que proporcionan datos de eficacia que pueden servir como base. La más completa es el “*ITS Handbook*”, de la Asociación Mundial de la Carretera [2] que contiene un detallado apartado que describe las aportaciones de los ITS e incluso llega a valorar la eficacia de una amplia serie de medidas en términos de reducción de accidentes.

Por otro lado, quizá una de las fuentes de información más específicas sobre la aplicación de ITS a la mejora de la seguridad vial se encuentre en el documento titulado “*Taking advantage of intelligent transport systems to improve road safety*” [3] disponible de forma gratuita a través de Internet.

Tabla 1. Eficacias de los ITS más significativos en reducción de accidentalidad mortal [3]

ITS	Tipo de accidente afectado	Reducción estimada de víctimas (%)*
Sistemas de vigilancia y control policial	Infracción a norma	15 a 25
Gestión dinámica del tráfico y advertencias de peligros localizados	Incidencias de tráfico	3 a 25
Control de semáforos en intersecciones	Atropellos e incidencias de tráfico	15 a 25
Sistemas de información de tráfico	Todos los tipos	5 a 10
eCall (llamada de emergencia)	Accidentes graves	4 a 10 (de muertos)

\*con un 100% de penetración

En este documento se analiza cómo los ITS afectan a la seguridad vial y se sugiere una metodología de evaluación. Además, describe los ITS más extendidos prescribiendo a qué tipo de problemáticas van dirigidos y las eficacias esperadas (ver Tabla 1).

Cabe mencionar que existen plataformas que aglutinan y facilitan información sobre eficacia de actuaciones de seguridad vial en general y específicamente sobre implantación de ITS. Destaca la página web de la Federal Highway Administration (FHWA) ([www.cmfclearinghouse.org](http://www.cmfclearinghouse.org)) que recopila de forma ordenada y fácilmente explotable los resultados de un gran número de estudios científicos en la materia. Por su parte, fruto del proyecto RIPCORDER-ISEREST del 6º programa marco de investigación de la Comisión Europea, existe un inventario de experiencias exitosas en materia de seguridad vial, con sus resultados. Las fichas que contienen la información pueden descargarse tras registrarse en la página web [www.seroes.com](http://www.seroes.com).

Por último, a este respecto es de interés conocer que existen aplicaciones informáticas específicas para la evaluación de ITS. Por un lado está la herramienta denominada "SCRITS" (*SCReening for ITS*). Se trata de una herramienta en formato Excel que permite estimar los beneficios de las aplicaciones ITS para los conductores. Esta herramienta está indicada para etapas preliminares en la selección de diferentes alternativas, sobre todo para descartar alternativas ineficientes. Por otro lado, existe el desarrollo "IDAS",

que permite modelizar un corredor o una red de carreteras y evaluar cómo afectaría al comportamiento de los usuarios determinadas baterías de medidas ITS. La publicación "*Estimating its benefits: guidelines for evaluating ITS projects*" [13] recoge más información sobre estas aplicaciones.

## 5. Tendencias y retos para los próximos años

### 5.1 Tendencias

Históricamente, los ITS se han desarrollado en torno a dos grandes campos de aplicación; por un lado, los dispositivos sobre la infraestructura que sirven para proporcionar información de la circulación, tanto a los gestores de la infraestructura y del tráfico como a los usuarios y a los equipos de emergencia; y por otro, los dispositivos instalados en los vehículos que, si bien al principio su finalidad fue mejorar la seguridad pasiva, con los avances tecnológicos han llegado a constituirse en elementos fundamentales de seguridad activa, disponibles hoy en día en todas las gamas de vehículos.

En los últimos años se ha detectado una universalización de los ITS, en la que los usuarios están interesados en el conocimiento de estos sistemas, posiblemente impulsados por los navegadores de tráfico, y son los mismos usuarios los que se convierten en generadores de información a tiempo real.

Los motivos de esta tendencia son múltiples. Sin ánimo de ser ex-

haustivos se pueden citar motivos comerciales, económicos y técnicos. Comerciales porque los fabricantes de vehículos han constatado que la seguridad es un criterio fundamental que valoran los usuarios, por encima incluso de las prestaciones; y consecuentemente están desarrollando nuevas tecnologías y nuevos departamentos de investigación para atender esta demanda, poniendo en el mercado cada vez más innovaciones que les permitan marcar diferencias con la competencia y, a la vez, conseguir una circulación más segura.

Motivos económicos, porque los fabricantes de automóviles contemplan un mercado muy interesante en la multitud de posibles servicios centrados en el conductor y en el automóvil, tanto en dispositivos *aftermarket* como los de a bordo.

Y por último, también existen motivos técnicos ya que el desarrollo de sistemas en la infraestructura que impliquen comunicación con vehículos o con entorno (I2V, I2X) requiere, para su plena efectividad y retorno de la inversión, que todos o, cuando menos, la mayor parte de los vehículos o usuarios estén equipados con los sistemas que permitan recibir la información.

Por estos motivos, la investigación y desarrollo de ITS en los últimos años se ha dirigido hacia los dispositivos embarcados, que permiten la comunicación V2V (vehículo a vehículo) o V2I (vehículo a infraestructura).

La mayoría de los fabricantes de automóviles han hecho suyas las políticas de mejora de la seguridad vial que llevan a cabo los gobiernos e instituciones públicas y, cada vez más, están dotando a sus vehículos de serie de las últimas tecnologías que mejoran cada día la seguridad vial mediante sistemas V2V. Los sistemas emiten avisos y es el conductor quién decide lo que debe hacer. Muchos de estos sistemas (como el avisador de vehículo acercándose en ángulo muerto o la aproximación peligrosa por detrás a otro vehículo) se están implantando ya de serie en los

vehículos de alta gama y están disponibles como opción en el resto de vehículos.

La tendencia actual es a minimizar la acción del conductor, por lo menos en situaciones de emergencia. Hay ocasiones en que el accidente ocurre como consecuencia de una maniobra evasiva mal ejecutada por el conductor. Se sigue investigando cómo debería ser la respuesta automática del vehículo ante un aviso de emergencia, de forma que la maniobra evasiva se realice en circunstancias controladas por la electrónica embarcada.

Otra de las tendencias más significativas en el campo de los datos colaborativos es la gestión dinámica del tráfico. Porque una gestión dinámica del tráfico necesita una detección dinámica del tráfico en tiempo real, y esta información sólo se puede conseguir, de forma continua, con dispositivos a bordo de los vehículos, lo que entraría dentro del conjunto de técnicas y aplicaciones que se engloban en el campo de los "Big data". No obstante, esta tecnología se enfrenta a un gran reto para su éxito: cómo hacer llegar la información a los usuarios de forma útil para éstos, para que sea bien valorada y a un coste económico razonable.

Cabe destacar que los últimos desarrollos ITS relacionados con la infraestructura se centran ahora en la interacción con el vehículo.

## 5.2 Retos

Para alcanzar la "visión 0" (plasmada en el Libro Blanco del Transporte como objetivo a largo plazo) será necesario que ya en los próximos años se centre el foco en la seguridad activa, la implantación de los "sistemas cooperativos" y la definición de cuáles serán los servicios que se van a suministrar a los usuarios.

A continuación se desarrollan sucesivamente los tres aspectos que pueden considerarse como los más prioritarios en relación con el despliegue de ITS relacionados con la seguridad vial y los desafíos que plantean.

### 5.2.1 Provisión en tiempo real de información que afecte a la seguridad vial

Es de gran interés para la mejora de la seguridad vial disponer en tiempo real del estado en que se encuentra la infraestructura, así como de las incidencias del tráfico, meteorológicas y de otra índole que supongan un riesgo para la circulación. La gestión de esta información puede incidir sobre los usuarios de la carretera consiguiéndose decisiones y pautas de conducción más seguras. Además, tecnológicamente los vehículos de próxima generación estarán en disposición de medir y registrar también mucha información del tráfico y de la infraestructura. El procesamiento de esos datos por los ordenadores embarcados puede evitar problemas puntuales e incluso impedir que un accidente llegue a término. Además, la recogida masiva de datos de la infraestructura por parte de los vehículos representa también una oportunidad para las administraciones de carreteras (aspecto que caería dentro de las técnicas de *Big Data*), pues podría coordinarse un intercambio de información que fuera útil para la conservación y explotación del viario, además de gestionar la información.

Respecto a este último aspecto (gestión de la información), es cada vez mayor el consenso acerca de que la función de las administraciones de carreteras debe ser más la de recabar la información (en algunos casos la información puede venir a través de los propios usuarios o sus vehículos), filtrarla y asegurar la veracidad de la misma ("*Big Data*") y poner dicha información a disposición de organismos públicos y empresas privadas que se encarguen de servirla por los canales más adecuados. Por tanto, la administración no tendrá como misión la de proveer información final a los conductores sino la de gestionarla.

En ese sentido, se reconoce la capacidad de adaptación e innovación de las empresas (operadores de

transporte, gestores de navegadores y fabricantes de vehículos). El reto es encontrar los mecanismos que conjuguen en este campo el interés general y el privado, pues las empresas pueden carecer de incentivos para realizar el despliegue de ITS que se persigue.

En cualquier caso, ya existe tecnología para recabar muchos de los datos antes mencionados e incluso ya están instalados los dispositivos correspondientes, pero no de una forma coordinada globalmente. Por este motivo, desde el punto de vista práctico, se está acordando qué información debe recabarse y fijando también umbrales mínimos de calidad para garantizar la fiabilidad de la misma. La Directiva ITS 2010/40/UE establece tres líneas claras al respecto del suministro de información: información sobre transporte de viajeros y mercancías, información sobre el tráfico e información sobre la infraestructura. Todo esto se realiza de una forma coordinada entre administraciones y Estados miembro.

### 5.2.2 Sistemas cooperativos

El despliegue generalizado de los sistemas cooperativos puede ayudar enormemente a evitar accidentes o a paliar sus consecuencias, gracias a que los vehículos son capaces no sólo de alertar al conductor, sino incluso de modificar automáticamente ciertos parámetros de la conducción ante situaciones de emergencia. Igualmente, el despliegue de los sistemas cooperativos supone una oportunidad para las administraciones de carreteras, que podrían recabar información con el objetivo de localizar los puntos donde se detecten más incidentes y enfocar adecuadamente las medidas correctoras.

Por su parte, las administraciones de carreteras, en coordinación con los órganos responsables del tráfico, deberán seleccionar los tramos más conflictivos donde la información sobre el estado puntual de la infraestructura o del tráfico pueda explotarse dentro de los sistemas cooperativos. No obstante, el reto lo constituye llegar a disponer de

una transmisión de datos interoperable en toda la Unión Europea.

Desde el punto de vista técnico, durante los últimos diez años ha existido coordinación entre los gestores de la infraestructura, los fabricantes de automóviles y las asociaciones de conductores en el desarrollo de normas. En cualquier caso, el desarrollo de sistemas cooperativos exige la coordinación de variados agentes, desde los fabricantes de vehículos, hasta los proveedores de telecomunicaciones, lo cual tampoco es una tarea fácil. Por último, parte de los datos que se requiere intercambiar pueden interpretarse que son confidenciales o incluso de carácter personal. También será necesario en los próximos años establecer las condiciones y límites a ese respecto.

### 5.2.3 Llamada automática de emergencia (eCall)

A partir de octubre de 2017, todos los modelos nuevos de turismos y vehículos industriales ligeros que se homologuen en la Unión Europea estarán equipados con este sistema. Su despliegue generalizado ayudará a paliar las consecuencias e incluso a reducir la mortalidad de los siniestros de tráfico. En este sentido, en diciembre de 2014 finalizó el piloto español sobre eCall consiguiendo tener preparados no sólo todos los recursos de atención de incidentes, sino también

una adecuada coordinación entre ellos (carreteras, tráfico, sanitarios, etc.) para atender con eficiencia las situaciones de emergencia, que se prevé que aumente con la puesta en marcha de este sistema. En este piloto se han probado los procedimientos de la cadena completa del servicio eCall basado en 112, con pruebas en cuatro comunidades autónomas con resultado exitoso.

El eCall es una fuente a través de la cual podrán llegar al usuario diversos sistemas y servicios añadidos, posiblemente con dispositivos aftermarket como ocurrió con los navegadores de tráfico.

## 6. Referencias

- [1] Abellán Perpiñán, J.M.; Martínez Pérez, J.E. et al; *El valor monetario de una vida estadística en España. Estimación en el contexto de los accidentes de tráfico*; Universidad de Murcia y Universidad Pablo de Olavide de Sevilla; 2011.
- [2] AIPCR; *ITS handbook*; 2004; ISBN: 2-84060-174-5.
- [3] AIPCR; *Taking advantage of intelligent transport systems to improve road safety*; 2011; ISBN : 2-84060-233-4.
- [4] AIPCR; *State of the practice for Cost-Effectiveness Analysis (CEA), Cost-Benefit Analysis (CBA) and resource allocation*; 2012.
- [5] Bickel, P.; Friedrich, R. et al; *Developing Harmonised European*

*Approaches for Transport Costing and Project Assessment*. (HEAT-CO); 2006.

- [6] Comisión Europea; *Guidance on the methodology for carrying out cost-benefit analysis*; 2006.
- [7] Draskóczy, M.; Carsten, O.M.J.; y Kumala, R.Eds.; *Road safety guidelines*; Co-Ordinated Dissemination in Europe of Transport Telematics; Code Project TR 1103; 1998.
- [8] CEDEX; *Evaluación socioeconómica y financiera de proyectos de transporte*; Proyecto de investigación PT2007-001-IAPP; 2010.
- [9] Herrero, C. et al; *Siniestralidad vial en España y la Unión Europea (1997-2007)*; Fundación BBVA; 2011.
- [10] Leal, J. y González, M.; *Evaluación de sistemas avanzados de gestión del tráfico (ATMS)*. Ponencia presentada en el II Congreso nacional sobre sistemas inteligentes de transporte y explotación de carreteras. Sevilla 27-29 de marzo de 2001.
- [11] Pérez de Villar, P.; *Formulación de incentivos óptimos para la mejora de la seguridad vial en concesiones de carreteras*; Cuaderno de investigación en el transporte 12-1; Centro de Investigación del Transporte de la Universidad Politécnica de Madrid (TRANSyT); ISBN: 978-84-15302-14-8; 2012.
- [12] Sánchez-Mangas, R; García-Ferrrer, A.; De Juan, A. y Martín Arroyo, A.; *The probability of death in road traffic accidents. How important is a quick medical response?*; Accident Analysis and Prevention; vol 42, issue4; 2010; pp 1048-1056.
- [13] Stockton, W.R. et al; *Estimating ITS benefits: guidelines for evaluating its projects*; Research performed in cooperation with the Texas Department of Transportation and the U.S. Department of Transportation; Federal Highway Administration; Report No. FHWA/TX-03/1790-5; 2003. ❖



Figura 6. Esquema de gestión de datos en las aplicaciones ITS

# El impacto económico de un programa de mantenimiento en vías rurales. Enfoques, impactos, incertidumbres y toma de decisiones



The economic impact of a maintenance program in rural routes. Approaches, impacts, uncertainties and decision-making

**Ignacio Lacasta Casal**

*Ingeniero Técnico de Obras Públicas/Ingeniero Civil  
Consultor*

## Resumen

Aproximadamente el 50% de la población mundial habita en zonas rurales que, especialmente en los países no desarrollados, presentan además altos índices de pobreza derivados de un desarrollo económico insuficiente. En estas zonas, la red vial, elemento clave para el desarrollo, se suele caracterizar por una deficiente atención a su mantenimiento por parte de las administraciones responsables, con el consiguiente impacto económico negativo que ello implica en el aumento de costes de transporte o en la imposibilidad de acceso a los mercados. Este artículo expone los enfoques que deben considerarse al desarrollar un programa de mantenimiento en estas vías, los impactos que éste puede tener, las incertidumbres existentes y las bases de toma de decisiones.

**PALABRAS CLAVES:** vías rurales, mantenimiento, incertidumbres, toma de decisiones.

## Abstract

Approximately 50% of the world population lives in rural areas that, especially in developing countries, also present high poverty rates that result from an inadequate economic development. In these areas, the road network, key aspect for future development, is usually characterized by a poor attention to its maintenance from the responsible administrations, resulting in a negative economic impact implying the raise of transportation costs or the impossibility to access the market areas. This article explains the approaches that should be taken into account when developing a maintenance program in these roads, the impacts this could have, the existing uncertainties and the basis for decision-making.

**KEY WORDS:** rural roads, maintenance, uncertainties, decision-making.

El denominado medio o zona rural responde a varias definiciones, siendo éstas inevitablemente subjetivas al basarse normalmente en criterios políticos y administrativos específicos de un país. Así, mientras en muchos países se define el medio rural directamente como exclusión del medio urbano, en otros se define a partir de la densidad poblacional o el número de habitantes de una población. Por ejemplo, en España, según la Ley 45/2007, de 13 de diciembre, para el desarrollo sostenible del medio rural, el medio rural es el espacio geográfico formado por la agregación de municipios o entidades locales menores definidos por las administraciones competentes que posean una población inferior a 30 000 habitantes y una densidad inferior a 100 habitantes por km<sup>2</sup>, mientras que en Colombia el Departamento Nacional de Planeación (DNP) entiende por zona rural el espacio territorial comprendido entre el límite de la cabecera municipal y el límite del municipio. En Filipinas, además de criterios de densidad poblacional, la inexistencia de estructura urbana y de infraestructura pública es también un criterio de definición.

Independientemente de la definición, según datos del Banco Mundial, como se muestra en la Tabla 1, en el año 2011 el 48% de la población mundial habitaba en el medio rural, existiendo claras diferencias en esta distribución entre zonas y países según su nivel de ingresos. Se observa también que en los países de ingresos bajos y medio-bajos una importante proporción de la población habita en zonas rurales, con un 72% y un 61% respectivamente, lo que pone de manifiesto la existencia de una relación entre la población en zonas rurales y el nivel de ingresos.

Además, estas zonas están habitualmente más afectadas por la pobreza. Independientemente de los criterios adoptados para la definición de pobreza, pobreza extrema o indigencia, y de los datos utilizados, varias organizaciones han estudiado el

**Tabla 1. Porcentaje de la población que habita en zonas rurales [1]**

Zonas/Países	Porcentaje de población sobre el total (%)	
	Año 2000	Año 2011
Mundo	53	48
Ingresos bajos	76	72
Ingresos medios	58	51
Ingresos medios bajos	66	61
Ingresos medios altos	51	40
Ingresos medios y bajos	61	54
Este Asiático y Pacífico	63	51
Europa y Asia Central	42	40
Latinoamérica y Caribe	25	21
Oriente Medio y Norte de África	44	41
Sur Asiático	73	69
África Subsahariana	68	64
Ingresos Altos	24	20
Zona Euro	28	24

**Tabla 2. Pobreza rural por zona/región [3]**

Zonas	Porcentaje de población sobre el total rural (%)	
	Incidencia de la pobreza rural	Incidencia de la pobreza rural extrema
Mundo en desarrollo	60,9	34,2
Asia y el Pacífico	60,5	31,4
África subsahariana	87,2	61,6
América Latina y el Caribe	19,9	8,8
Oriente Medio y África del Norte	11,7	3,6

impacto de la pobreza en las zonas rurales. Por ejemplo, según datos del CEPAL [2], en el año 2010 el 49,8% de la población de América Latina que habitaba en zonas rurales era pobre, incluyendo un 28,8% que estaba por debajo de la línea de indigencia. Otros datos significativos son los proporcionados por el IFAD [3], según los cuales en la actualidad algo menos del 35% de la población rural de los países en desarrollo está clasificada como extremadamente pobre, frente al 54% en 1988. En la Tabla 2 se recoge la incidencia que, según esta organización, tiene la pobreza en las zonas rurales en el mundo.

En este contexto, un elemento común que afecta al pobre desem-

peño económico en las áreas rurales en todo el mundo es una infraestructura vial poco desarrollada, caracterizada por servir a un bajo o muy bajo tráfico y directamente relacionada con el desarrollo más local. Además, especialmente en los países subdesarrollados o en vías de desarrollo, estas vías adolecen de un mantenimiento adecuado derivado normalmente de una debilidad institucional. Es importante remarcar que ambos aspectos (infraestructura e instituciones) son considerados como los dos primeros pilares básicos para la competitividad de una economía según el Informe Global de Competitividad 2013-2014 del World Economic Forum.

## El mantenimiento de las vías rurales. Enfoques e impacto

Existen en todo el mundo múltiples programas de desarrollo rural, englobados la mayoría de ellos en programas derivados de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) de la ONU, y en particular en el primer objetivo de erradicar la pobreza extrema y el hambre, que tienen como uno de sus puntos clave el desarrollo de infraestructuras de transporte viarias adecuadas. Por ejemplo, el Programa de Desarrollo Rural Sostenible 2010-2014 elaborado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España, centra su Eje de Actuación 2 en las infraestructuras y equipamientos básicos siendo el contenido de esta actuación las *“obras de nueva construcción, acondicionamiento*

*o mejora de las vías de transporte y comunicación del medio rural”* e indicando en el mismo que *“No se entenderán incluidas las actuaciones de puro mantenimiento o conservación”*, por lo que no se considera el impacto económico que puede tener un programa de mantenimiento.

Las vías rurales, así como sus usuarios (demanda), tienen unas características particulares que condicionan definitivamente el análisis del impacto de un programa de mantenimiento. Éstas, a grandes rasgos, son:

- Red con un objetivo claro de conectividad y de posibilitar la movilidad a los usuarios.
- Red utilizada tanto para el transporte de mercancías como de personas.
- Red cuya demanda no genera congestiones al no superar la

demanda la oferta ofrecida (no necesita por lo tanto grandes inversiones en ampliaciones).

- Red sin alternativas (no hay otras vías ni medios de transporte).
- Red ya construida (con costes hundidos ya realizados).
- Red con servicios de transportes con baja competencia y gran poder.

Es importante remarcar que en una red vial rural, con ausencia de alternativas de medio de transporte y de rutas, la demanda se basará en el tráfico existente, teniendo poco peso el tráfico desviado (que provendría de esos otros medios de transporte o de otra ruta) y el tráfico generado (el que no existía sin el proyecto y que puede ser realizado por los mismos usuarios que aumentan el número de viajes o por nuevos usuarios).



Figura 1. Vías rurales en el Departamento de Santander – Colombia

A todas las características anteriormente citadas, habría que sumarles, como ya se ha indicado, las implicaciones sobre la red de la deficiente gestión y debilidad institucional.

Las características particulares de los usuarios (demanda), a grandes rasgos, son:

- Alto porcentaje de población pobre y altamente dependiente de los servicios de transporte.
- Dificultad de aparición de nuevas compañías de transporte.
- Gran cantidad de productores y comerciantes individuales (con su medio de transporte personal).
- El usuario tiene derecho a la movilidad y por tanto no hará pago por uso de la infraestructura.

Es evidente que, dependiendo del país y del desarrollo del mismo y de sus zonas rurales, estas características tienen mayor o menor incidencia.

Por todo ello, el impacto de un programa de mantenimiento de una red vial rural debería enfocarse desde tres puntos de vista diferentes: el punto de vista de las políticas de transporte, el punto de vista económico y punto de vista social. Así, el impacto global, y por ende la decisión de realizar o no el programa, debe incluir estos tres enfoques. Al igual que el impacto en un programa de mantenimiento de las características de la red vial y de la demanda según el contexto de desarrollo, los siguientes enfoques y su importancia también están claramente condicionados por el desarrollo del país y de la zona rural de afección.

Desde el **punto de vista de las políticas de transporte**, y en particular de la política de transporte vial, considerando que el compromiso de la administración vial es claro, el impacto de disponer de un programa de mantenimiento vial es tener una herramienta que permita:

- Conocer el activo del que se dispone.
- Conocer el estado y las necesidades de la red vial existente.

- Establecer las bases comunes de actividades a llevar a cabo en la red vial.
- Priorizar intervenciones tras un análisis costo-beneficio.
- Asignar eficientemente los recursos.
- Disponer de las bases técnicas adecuadas para licitar las actividades de mantenimiento.
- Disponer de una red vial en condiciones que genere un impacto económico beneficioso.

Desde el **punto de vista económico**, un programa de mantenimiento vial tiene incidencia en dos sectores económicos relacionados con el transporte: por un lado, en las empresas que rehabilitan y mantienen la carretera, y por otro, en las compañías que prestan servicios de transporte utilizados estas infraestructuras (compañías de transporte de mercancías, de pasajeros, etc.). Las vías rurales se caracterizan, además, por tener incidencia en el sector económico de comercio local, pues muchos comerciantes individuales, cuyo ámbito de actividad es reducido y basado en el acceso a los mercados locales, se sirven únicamente de estas redes. En este contexto, el criterio de aceptación o rechazo de un programa debe basarse en que los beneficios sociales sean mayores que los costos sociales, y no en la visión (sesgada) financiera.

Básicamente, los principales beneficios y costos en un proyecto de transporte [4] desde el punto de vista económico son:

- Reducción del tiempo total del viaje (esperando, en el vehículo, o acceso/salida de las paradas).
- Ahorro en costes operativos de la infraestructura o de los vehículos.
- Mejoras en la calidad o fiabilidad de los servicios de transporte ya existentes.
- Disposición a pagar del tráfico de nueva generación.
- Reducción de accidentes y pérdidas de vidas.

- Externalidades (positivas y negativas).
- Costes de inversión del proyecto.
- Variación de los costes de mantenimiento y operación.

Respecto a las externalidades, es importante comentar lo siguiente:

- Si hay nueva demanda de servicios de transporte de pasajeros, las empresas pueden responder aumentando las frecuencias, lo cual permitiría a los usuarios reducir sus tiempos de espera y un mejor ajuste a sus horarios (efecto Mohring).
- A diferencia de otros proyectos de transporte, la externalidad (negativa) de impacto sobre el medio ambiente en esta caso no es tan importante al estar la infraestructura ya construida.
- Las externalidades negativas asociadas a los servicios de transporte son básicamente la contaminación atmosférica, el ruido y los accidentes. En nuestro caso, el mejoramiento de la infraestructura implicaría que sus efectos negativos se redujesen, pudiendo entonces considerar que se convertiría en externalidades positivas. Podría darse la situación de un aumento de frecuencias y de empresas prestadoras de servicios de transporte, lo cual sí generaría un aumento en contaminación, en ruido y en accidentes siendo entonces externalidades negativas.
- La externalidad negativa de gestión, dadas las características de la vía y la demanda, no se considerarían inicialmente.

En este apartado es importante mencionar que los costes de mantenimiento (costes que llevaría a cabo la agencia vial) y operación (costes que soportaría el usuario) están inversamente relacionados, tal y como se muestra en la Figura 2. Así, una inversión en mantenimiento implica que se reduzcan los costes operacionales, dependiendo siempre del estado de la vía. En este sentido,

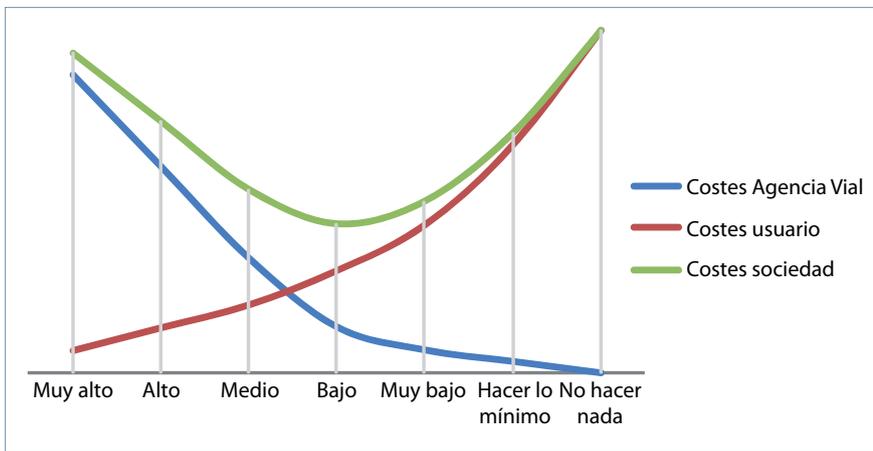


Figura 2. Composición de los costes de la sociedad en función del estado objetivo del camino

siempre es necesario un análisis del punto óptimo en el que los costes de la sociedad (agencia vial + usuario) son menores.

Cabe mencionar también que en países en vías de desarrollo es común el uso de modelos que permiten hacer una evaluación económica de programas de mantenimiento. El más utilizado es el *Highway Development and Management Model* (HDM-4), desarrollado por el Banco Mundial. Este software utiliza relaciones específicas entre el gasto en mantenimiento y el estado de la carretera, y entre el estado de la carretera y los costes para los usuarios, a fin de evaluar a lo largo del tiempo el desempeño de la red sujeta a diferentes estándares de mantenimiento. Para diferentes escenarios —en función de parámetros como son el tipo de pavimento, el tráfico, el clima, o las características del trazado— el modelo simula el deterioro del firme y determina los gastos relativos a rehabilitación y mantenimiento, y los asociados al usuario. Una vez determinados estos gastos para cada escenario, se determina el punto en el que su suma es mínima.

Otros aspectos que también deberían considerarse desde el punto de vista económico son:

- La reducción de los costos operacionales y de los tiempos de recorrido, al mejorar el estado de las vías, pueden tener dos efectos sobre la oferta de los servicios de transporte de pasajeros.

Por un lado, un aumento de empresas que ofrezcan este servicio y, por lo tanto, un aumento de competencia con los consecuentes beneficios para los usuarios (tarifas, frecuencias), lo que implicaría un beneficio social claro. Por otro lado, dado el alto coste de adquisición de vehículos de transporte de pasajeros, puede ser difícil que aparezcan nuevas empresas de este tipo y que las empresas existentes varíen su política tarifaria. Si se mantiene la oferta (frecuencia), podrían darse dos situaciones totalmente opuestas: que las tarifas (pasajes) bajen al reducir los costos operacionales o que aumenten las mismas al mejorar el servicio (tempo de recorrido). La primera generaría un beneficio al usuario y no tendría gran impacto sobre el prestador del servicio, suponiendo que bajaría las tarifas en la misma proporción de su reducción de costos. La segunda generaría un beneficio claro sobre el prestador del servicio al tener más ingresos y menores costes operacionales, y un coste mayor al usuario.

Debería también considerarse la posibilidad de un aumento de demanda al existir una mejora del servicio, con un beneficio claro de las empresas de transporte de pasajeros. Aunque también debería considerarse un efecto opuesto dado que una mejora

en las comunicaciones podría llegar a implicar un trasvase de usuarios de servicio público al privado.

Si no se produce este trasvase, y no aparecen nuevas empresas (dando por supuesto que no aparecen alternativas de medios de transporte), el empresario continúa teniendo un alto poder decisorio que puede llegar a afectar al usuario. Es en este punto donde debería mejorarse la regulación del servicio.

- La reducción de los costos operacionales y de los tiempos de recorrido al mejorar el estado de las vías tendrían un beneficio claro sobre la producción si se considera que el transporte es una parte de ella (el transporte no es un bien de consumo final, sino un bien intermedio).
- La mejora de la red rural tiene un efecto de red importante, pues sin duda, a la vez que se revalorizan los activos de la totalidad de la red, se posibilita el uso de estas carreteras a nuevos usuarios que no lo contemplaban por el alto coste que suponía (operacional de los vehículos y en tiempo).

Cabe destacar en este apartado un impacto directo sobre la población de la zona que cada vez tiene más visibilidad en los programas de mantenimiento vial. Por ejemplo, en Colombia se promueve la creación de Cooperativas de Trabajo Asociado para realizar labores de mantenimiento vial. El propósito de las mismas es poder utilizar mano de obra no cualificada de la región dando la oportunidad a los miembros de éstas para que sean creadores de su propia unidad económica con beneficios directos. También las Naciones Unidas a través de su agencia UNOPS (Oficina de las Naciones Unidas de Servicios para Proyectos), que proporciona servicios de gestión de infraestructuras, está implantando el modelo de ejecución basado en mano de obra, que involucra a las

comunidades y proporcionan trabajo duradero y sostenible.

En un programa de mantenimiento en vías rurales, especialmente en países en vías de desarrollo, se debe considerar también el **punto de vista social**, incluyendo como punto de partida el aspecto de posibilitar la accesibilidad, entendiendo ésta como concepto previo al transporte de bienes y personas, dado que permite el acceso a servicios básicos (salud, educación, etc.) e incluso la salida de la pobreza, indispensables para el desarrollo. Económicamente, el impacto de este aspecto social es difícil de medir y menos a corto plazo.

### Toma de decisiones. Incertidumbres

Una vez definidos y expuestos los tres enfoques que conforman el impacto global de un programa de mantenimiento en vías rurales, se deben cuantificar los beneficios y los costes para tomar la decisión de llevar a cabo un proyecto. Esta cuantificación acostumbra a realizarse a través del Valor Actual Neto (VAN) de la diferencia entre beneficios y costes anuales.

La dificultad de la toma final de decisión es la valoración de los beneficios y costes asociados a los enfoques de política de transportes y social. El enfoque económico se rige claramente por el cálculo de los beneficios y costos antes citados y el cálculo del VAN de su diferencia.

La toma de decisiones debe considerar las posibles incertidumbres. Un proyecto de transportes, incluido un proyecto como el analizado, presenta siempre una serie de incertidumbres relacionadas básicamente con los parámetros de obra (es este caso con los parámetros de las actividades de mantenimiento) y con la demanda de uso de la carretera, que influyen lógicamente en el VAN y que además tienen una incidencia especial en el mismo, ya

que un proyecto de este tipo tiene la característica de ser concebido para un período de evaluación largo. En particular, las incertidumbres a considerar pueden ser:

- Incertidumbres sobre la inversión (costes reales frente a costes previstos).
- Incertidumbres sobre las variables del coste social, tanto en su aspecto de consumo (desde los materiales hasta las necesidades de suelo) como en su aspecto de precio (muy asociado a aspectos externos del proyecto, como el precio del petróleo o los salarios).
- Incertidumbres sobre la demanda (tráfico generado y elasticidad del mismo frente la renta y a los precios), aspectos relacionados con el beneficio.
- Incertidumbre sobre el ahorro de tiempo (beneficio).
- Incertidumbre sobre el valor del tiempo.
- Incertidumbre sobre el coste de los accidentes.

Los proyectos de mantenimiento se caracterizan por tener un período de evaluación largo, por lo que se hablaría entonces de dos tipos de incertidumbres:

- Incertidumbre asociada a los aspectos que influyen directamente en el cash flow del proyecto, a los aspectos relacionados con la planificación del mismo (demanda, diseño y presupuesto de las intervenciones) como a los aspectos puramente exógenos (precios).
- Incertidumbre de los aspectos más relacionados con la evaluación misma del proyecto como son el valor del tiempo o la elasticidad de la demanda según la renta

Un aspecto que en principio debería ser menor y por lo tanto no interferir en la toma de decisiones, pero que finalmente adquiere especial importancia es el político. No hay que obviar que las intervenciones en nuevas infraestructuras

siempre tienen un rédito político mayor que las intervenciones en mantenimiento. Pero aún y así, el que una infraestructura deje de proveer el servicio para el que fue concebida puede tener también efectos negativos sobre el ámbito político.

### Conclusiones

Siendo tres los enfoques a considerar en el impacto de un programa de mantenimiento de vías rurales (políticas de transporte, económico y social), es evidente que la existencia de una política de transporte acorde a las necesidades es un punto de partida clave e imprescindible y, por tanto, un compromiso total de las administraciones públicas con el medio rural.

Por ello, y como primer paso, además de asegurar aspectos que parecen elementales como la titularidad de las vías y las responsabilidades de las administraciones titulares, es necesario otorgar capacidad técnica y económica a estas administraciones para una adecuada gestión de sus activos, lo que incluye la capacidad de analizar específicamente el impacto económico y social de un plan de mantenimiento en las vías rurales bajo su responsabilidad, y la toma final de decisiones.

### Referencias

- [1] The World Bank; *World Development Indicators 2013*.
- [2] CEPALSTAT; *Estadísticas e Indicadores Sociales. Pobreza 2011*; Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- [3] International Fund for Agricultural Development (IFAD); *Informe sobre pobreza Rural 2011*.
- [4] De Rus Mendoza, G.; Betancor Cruz, O. y Campos Méndez, J.; *Manual de evaluación económica de proyectos de transporte*; Banco Interamericano de Desarrollo, 2006. ❖

# Estabilización de desmonte inestable en Ruta Nacional N° 150 - San Juan - Argentina

**Pablo Girardi Mancini**

*Escuela de Ingeniería de Caminos de Montaña.  
Facultad de Ingeniería.  
Universidad Nacional de San Juan (Argentina)*

La Ruta Nacional 150 forma parte del denominado Corredor Bioceánico Central que unirá Porto Alegre en Brasil con el puerto de Coquimbo en Chile, atravesando toda la Argentina. Esta vía (de 389 km de longitud, de los que 303 km pertenecen a la provincia de San Juan) finaliza en el límite internacional con Chile en el Paso de Agua Negra, donde se emplazará el Túnel Internacional Paso de Agua Negra (a 3800 msnm) de 14 km de longitud,

lo que la convertirá en una de las principales vías terrestres de tránsito de mercaderías del Mercosur desde los puertos chilenos hacia los mercados asiáticos.

El trazado de la Ruta 150 tiene un recorrido sinuoso con seis túneles y once puentes, algunos de tipo arco, y ha demandado una fuerte inversión económica. El desarrollo de la obra significó un gran desafío profesional, técnico y económico. En algunos tra-

mos hubo que partir sin tener siquiera una huella existente, como el caso de la Quebrada de la Peña, sector donde se desarrollaron las actividades descritas en este artículo (ver Figura 1), explorando montañas y quebradas con acceso solo a pie para definir la traza.

Otra de las innovaciones fue el uso de mallas y barreras dinámicas. Estos sistemas europeos de seguridad en caminos de montaña nunca se habían utilizado antes en nuestro país.

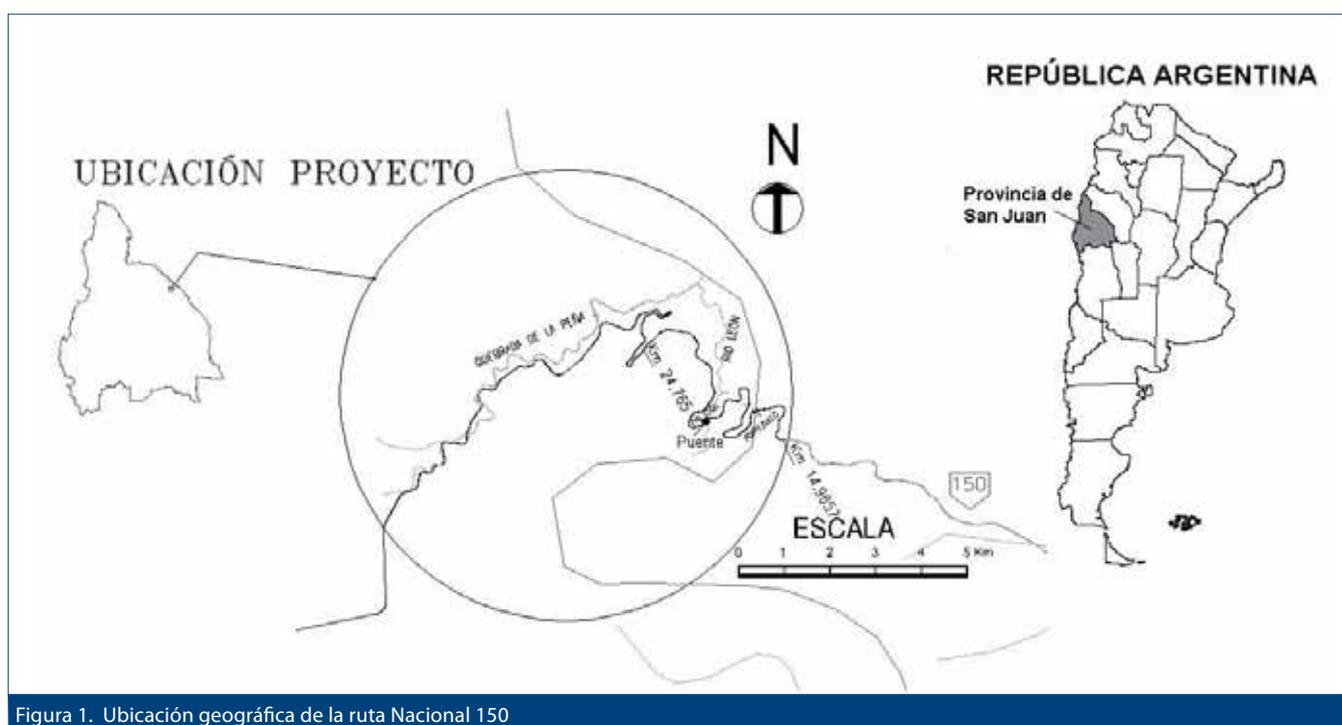


Figura 1. Ubicación geográfica de la ruta Nacional 150



Figura 2. Vista del contratalud 16700 hacia progresivas decrecientes con los dos deslizamientos remarcados



Figura 3. Vista hacia progresivas decrecientes del muro 18 desde macizo de progresiva 16 700. Resaltado el muro N° 18



Figura 4. Vista hacia progresivas crecientes desde el muro 18 del corte cajón del macizo en progresiva 16 700, resaltado el lado derecho del mismo. Este muro N° 18 impide correr libremente el eje del camino hacia la derecha

Su utilización minimiza los accidentes en caminos de montaña por desprendimiento de rocas, dando más seguridad a quienes lo transitan. Las barreras dinámicas son estructuras flexibles que absorben el impacto de las rocas cuando se desprenden.

Algo muy destacable en toda la obra es el exhaustivo control ambiental, que parte del concepto de desarrollo sostenible y propicia la preservación de la calidad del aire, agua y suelo, además de la flora y fauna existente en la zona. Cabe indicar que el trazado de la ruta corre contiguo al Parque Provincial Ischigualasto, declarado Patrimonio Natural de la Humanidad por la UNESCO; por lo tanto, las técnicas de voladura con precorte y el monitoreo del medioambiente fueron motivo de constante cuidado para mitigar el impacto al ecosistema de la zona.

En el marco del seguimiento de la obra de construcción de la Ruta Nacional 150, tramo Ischigualasto - Río Bermejo, se observaron derrumbes en un contratalud excavado en lutitas meteorizadas, de más de 35 m de altura en la progresiva 16 700, a principios de año 2011.

Este contratalud se encontraba excavado de acuerdo a las pautas indicadas en el proyecto original, inclinación 1H:3V con berma única de 3 m a los 10 m. A poco de construido se produjeron en el mismo dos deslizamientos en masa, aparentemente sin influencia externa. El primero de ellos por encima de la berma, en la parte más alta del contratalud; el segundo estaba localizado poco después del anterior, en el sentido de las progresivas crecientes, al pie del contratalud, según se aprecia remarcado en la Figura 2.

## 1. Análisis previos

Se consideró inicialmente la posibilidad de modificar el trazado entre las progresivas extremas del sector, para alejarlo del cerro. En esa hipótesis, el muro de contención n° 18, situado en progresiva 16 600, debería ser reconstruido o abandonado (ver Figuras 3 y 4).



de cohesión y fricción interna que puedan haber actuado en el momento de la falla en el desmonte construido con los contrataludes de proyecto, en estado de equilibrio límite. Para ello se ha utilizado un software EIC-E02 de verificación de estabilidad de taludes elaborado por la Escuela de Ingeniería de Caminos de Montaña (EICAM) de la Universidad Nacional de San Juan, que considera la resistencia al corte no lineal de macizos rocosos diaclasados. El análisis para este caso se hace considerando sólo cargas estáticas.

En base a la información geológica del macizo existente se escogió el perfil de la progresiva 16 730 por ser el más representativo del deslizamiento y se realizó una verificación de estabilidad por el método de Bishop, por adecuarse la circular a la forma de falla observada. Este análisis se realizó con factor de seguridad igual a uno y adoptando uno de los dos parámetros resistentes. Se observa en Figura 7 esta sección y la línea circular que esquematiza la de rotura.

Se estimaron por retrocálculo una cohesión de 0,036 MPa y una fricción de 28°, usando los programas elaborados por la EICAM. El análisis para este caso se hace considerando sólo cargas estáticas, que son las que estuvieron presentes en el momento del deslizamiento.

### 2.3 Verificación de la nueva propuesta constructiva.

A partir de los valores calculados por retrocálculo, que resultaron ser cohesión de 0,036 MPa y fricción  $\phi$  de 28°, se realizaron tanteos para nuevas geometrías de contratalud, con y sin la consideración de sismo (en la Figura 8 se puede ver el mapa con zonificación sísmica de la República Argentina).

El proyecto en cuestión se encuentra emplazado en zona 3 considerada de riesgo elevado. Corresponde un coeficiente zonal  $F_0 = 0,10$  g con lo que resulta para los cálculos un factor sísmico vertical  $F_0$  y un factor sísmico horizontal equivalente a  $2 F_0$ .



Figura 6. Vista con mayor detalle del material deslizado de contratalud de progresiva 16 700

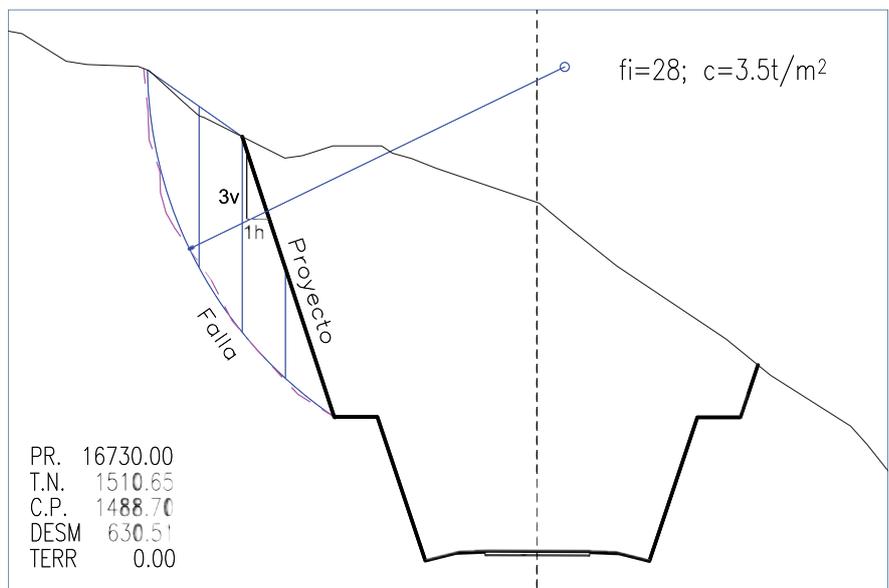


Figura 7. Perfil de proyecto progresiva 16 730 con falla en línea de trazos y línea circular adoptada para retrocálculo

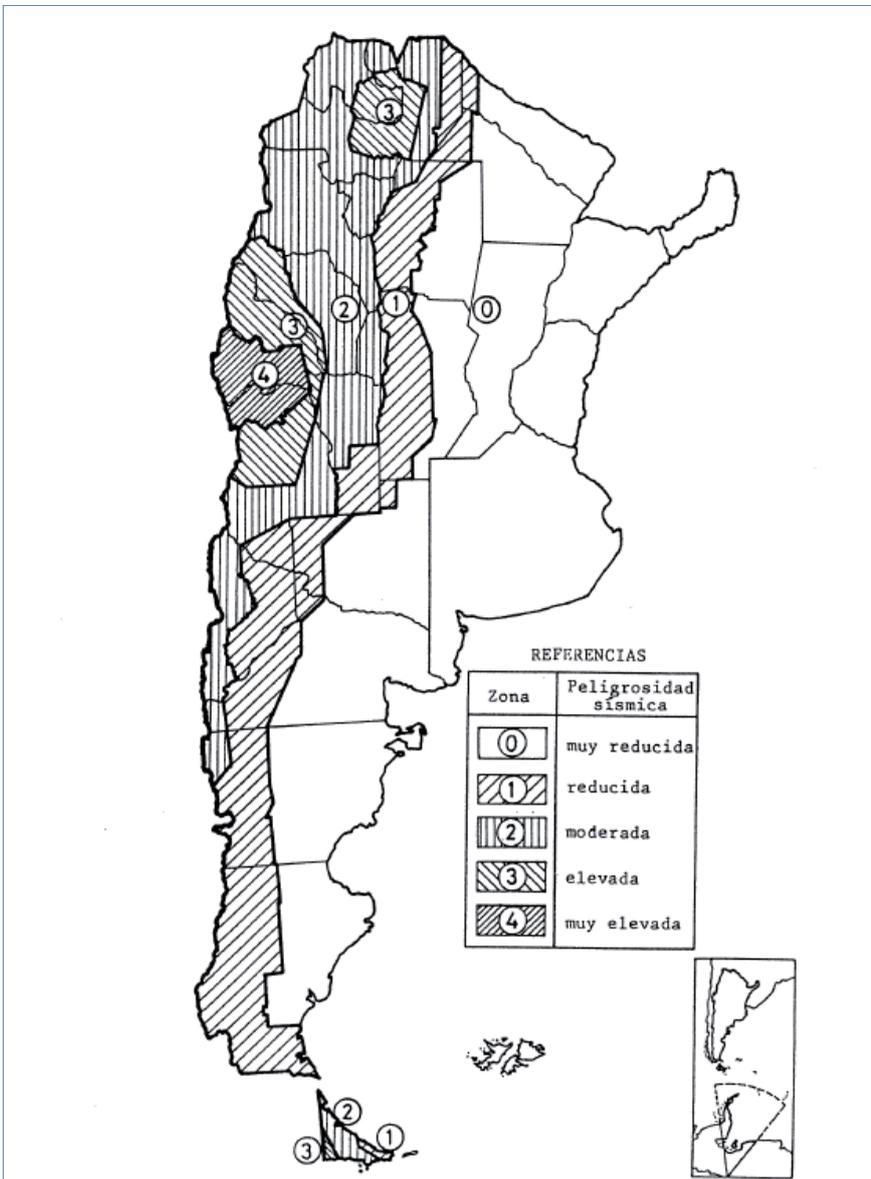


Figura 8. Mapa de zonificación sísmica de la República Argentina

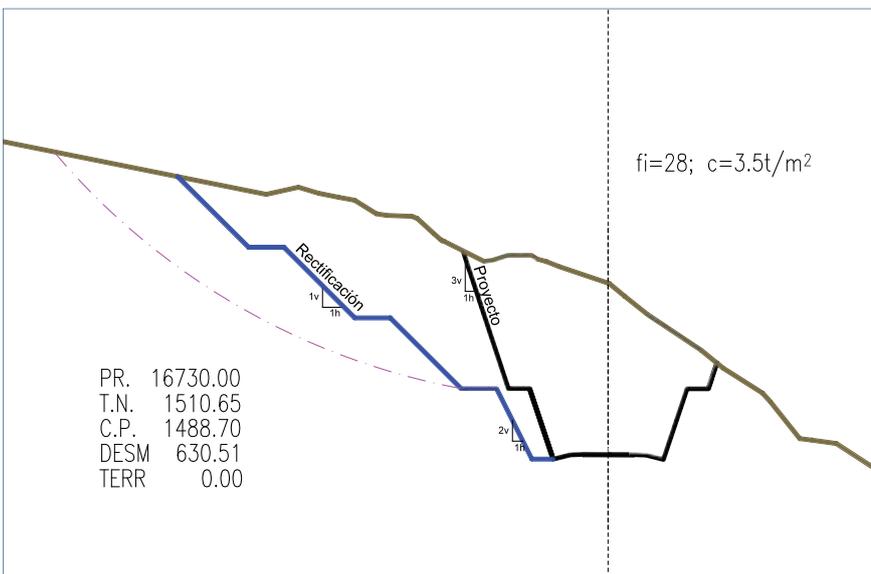


Figura 9. Nueva geometría sugerida para este contratalud, con la superficie de falla más desfavorable en línea de trazo

Los factores de seguridad mínimos obtenidos, tras analizar varias superficies probables de deslizamiento fueron:

$F_s = 1,11$  con sismo > Factor límite con sismo = 1,1.

$F_s = 1,54$  sin sismo > Factor límite con cargas permanentes = 1,5.

correspondientes a la superficie esquematizada en la Figura 9. En el gráfico se proporciona la nueva geometría sugerida para este contratalud, en su costado izquierdo. El contratalud del otro costado no presenta problemas de estabilidad, debido principalmente a su menor altura. Esta configuración geométrica es posible dada la escasa pendiente de la ladera natural, que no aumenta en exceso el volumen de excavación del nuevo contratalud sugerido.

En la Figura 10 se adjunta un esquema de los análisis de estabilidad realizados considerando otras geometrías de contratalud más empinadas y cuyos factores de seguridad no superan los factores límite.

Se podrían contemplar otras opciones estabilizadoras adicionales, tales como mallas de contención, gunitado para el talud inferior, etc.

### 3. Estado actual

Una vez efectuados los trabajos de reconstrucción no se apreciaron nuevas situaciones inestables en el macizo, encontrándose la ruta habilitada desde el 15 de octubre de 2014.

Se adjuntan vistas de Google Earth en la Figura 11 y una foto con vista hacia progresivas decrecientes en Figura 12, del estado actual del macizo de progresiva 16 700.

### 4. Conclusiones

Respecto a una primer propuesta de modificación del trazado entre las progresivas extremas del sector, para alejarlo del cerro y evitar el problema de su estabilización, se concluyó que un exiguu corrimiento del eje no eximiría la necesidad de corregir los contrataludes, por razones de seguridad.

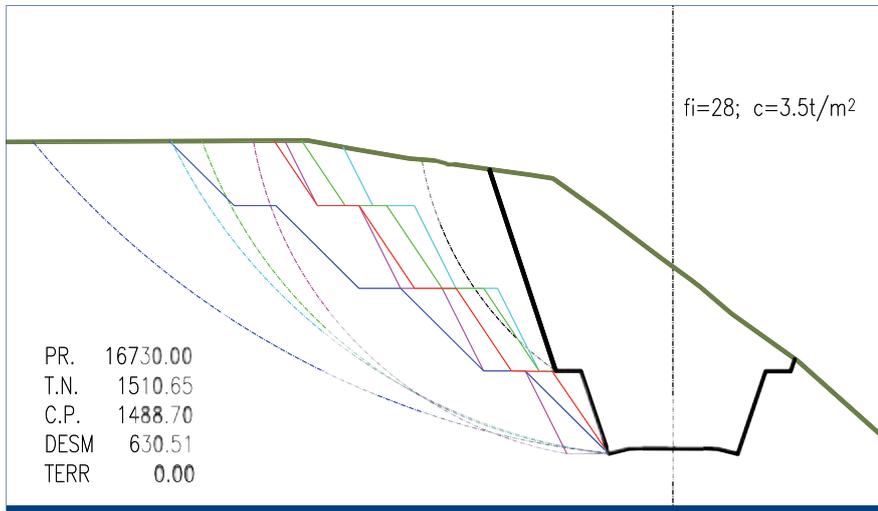


Figura 10. Esquema con análisis de estabilidad considerando otras geometrías de contratalud y sus superficies de falla

En cuanto a los coeficientes de seguridad límites adoptados en este trabajo, son inferiores a los que se usan habitualmente en este tipo de verificación de estabilidad. Esto se debe a que los parámetros resistentes fueron deducidos a partir de un retroanálisis de un deslizamiento existente, lo que implica un mayor conocimiento del macizo.

No se descartan alternativas de refuerzo del contratalud en el caso de que en el futuro puedan surgir problemas de desprendimientos. De todos modos, tras efectuar los trabajos de reconstrucción, hasta el momento de la redacción de este artículo no se han apreciado nuevas situaciones inestables en el macizo.

A nivel de provincia y, por qué no, de país, se considera esta ruta una "obra escuela" puesto que en ella ha sido necesario poner rápidamente en práctica soluciones ingenieriles a desafíos constructivos que se presentaron durante la construcción de la misma, así como innovaciones tecnológicas para el medio local, como han sido las mallas y pantallas dinámicas, así como otro tipo de obras más comunes como los túneles viales en montaña, entre otros, cuya construcción reapareció con esta ruta después de varios años. ❖

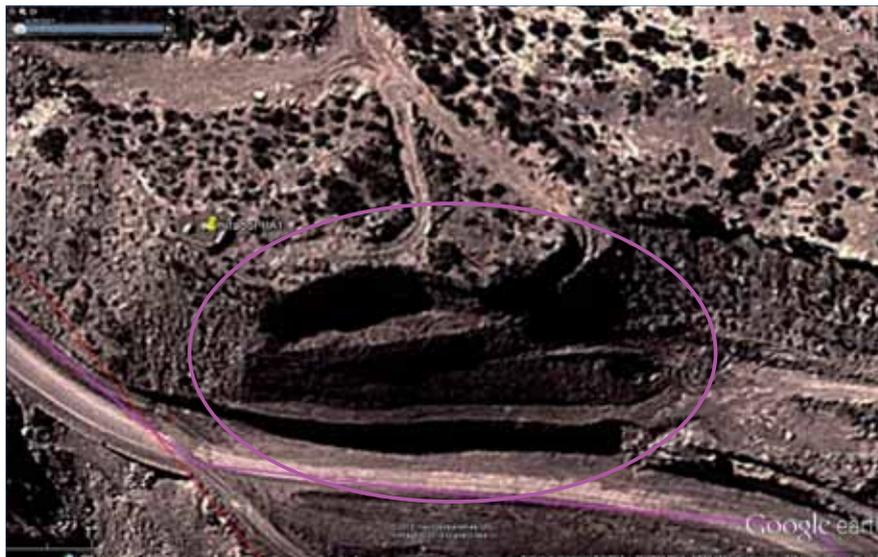


Figura 11. Vista del desmonte 16 700, remarcado, luego de la rectificación del contratalud, según Google Earth



Figura 12. Vista hacia progresivas decrecientes del macizo reperfilado de progresiva 16 700

# La importancia de la conservación de carreteras

**Vicente Vilanova Martínez-Falero**

*Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos del Estado  
Presidente adjunto del Comité Técnico de Conservación y Gestión  
Asociación Técnica de Carreteras*

En el mes de febrero se ha publicado en la web de la AIPCR el documento titulado «La importancia de la conservación de carreteras». Este documento es mucho más que un artículo y constituye un verdadero documento de trabajo que pretende poner en valor la conservación de carreteras, explicando las ventajas de llevar a cabo una buena conservación; las desventajas de no llevarla a cabo y añadiendo además algunos ejemplos prácticos de actuaciones o situaciones en diferentes países, que pueden servir de ejemplo de lo que se va enunciando en el texto del trabajo.

El documento se estructura en 7 capítulos, de los cuales los 5 primeros son los que van explicando la importancia de la conservación en diferentes aspectos, el sexto constituye un resumen de conclusiones y el séptimo está dedicado a la bibliografía.

Los títulos de los cinco primeros capítulos son los siguientes:

1. Las carreteras sostienen la actividad económica.
2. Los impactos que produce la conservación son heterogéneos.
3. La inversión en conservación ahorra costos futuros.
4. Otros contextos en los que la conservación aporta beneficios.
5. La inversión en conservación debe administrarse adecuadamente.

Se presenta a continuación una pequeña pincelada de lo que el informe expone en cada uno de ellos.



Figura 1. Portada del documento

## Las carreteras sostienen la actividad económica

En este apartado, que a su vez se divide en cuatro subapartados, se refleja la importancia de las carreteras dentro de los activos nacionales, poniendo varios ejemplos como Nueva Zelanda, donde la red tiene un valor de reposición de 15 millones de euros, o Japón cuyos activos carreteros tienen el mismo valor que la General Motors. El artículo establece la importancia de la conservación para evitar la depreciación de estos activos y los impactos negativos que conllevan unos niveles bajos de conservación.

Este apartado trata también la importancia del transporte comercial por

carretera, al que cifra en valores del 3 al 5% del PIB, pero que si se contabilizaran otras actividades relacionadas elevaría probablemente esta cifra al 15%. Otros aspectos importantes en la actividad económica, especialmente en países en desarrollo, son la mejora en la productividad de la agricultura, mayor escolarización, mejor atención sanitaria y menor tiempo perdido en conseguir bienes básicos como el agua o el combustible. La falta de conservación puede producir también fallas en puentes, taludes etc. que pueden afectar gravemente la accesibilidad y por lo tanto a la economía de un país.

Otro de los aspectos tratados en este apartado es que con el envejecimiento de la red y la falta de conservación la infraestructura se vuelve más frágil y más vulnerable. En general las redes actuales no han alcanzado todavía la necesidad de reposición (que en puentes puede establecerse en 100 años). Países como Japón que en 2011 solo tenían el 9% de los puentes con más de 50 años, en 2031 pasarán a tener el 53% de ellos por encima de esta edad.

Finalmente este apartado hace hincapié en que los tráficos por carretera siguen aumentando. En la Unión Europea (UE) el tráfico por carretera supone el 72% del transporte de mercancías. En transporte de viajeros este porcentaje aumenta al 83%. Estos porcentajes son mucho mayores en los países en desarrollo y es obvio que a mayor tráfico mayor necesidad de conservación.

Cabría pensar que en los últimos años, en que los crecimientos económicos han sido menores (debido a la crisis financiera mundial de 2008), los recursos deberían destinarse a la mejora de la infraestructura actual y a una mejor gestión del tráfico, sin embargo analizando los datos históricos (en los países de la OCDE) se observa que en 2005 el gasto en conservación fue del 35% de la inversión total en carreteras y sin embargo en 2011 este porcentaje bajó al 27%. Esta tendencia debería cambiar radicalmente.

### Los impactos que produce la conservación son heterogéneos

En este capítulo se hace un exhaustivo análisis de los impactos que produce una falta de conservación. Impactos que no son tenidos en cuenta en muchas ocasiones y que sin embargo ya eran argumentados por los economistas de antaño.

Los impactos que cita el estudio son los siguientes:

- Impactos en seguridad vial.
- Impactos medioambientales.
- Impactos económicos.
- Impactos de integración.
- Impactos en la accesibilidad y la inclusión social.

En relación con estos impactos se ha elaborado una tabla en la cual se analiza detalladamente cada uno de ellos y sus afecciones. Así por ejemplo, en el caso de la economía se analizan tres aspectos que aparecen afectados como son:

- Costos operativos de los vehículos.
- Tiempo de viaje.
- Otros beneficios como el apoyo a las actividades comerciales, turísticas o agrícolas.

En este capítulo también se hace especial mención a que los impactos pueden ser más graves en los países en desarrollo, en los cuales además impiden conseguir los objetivos fijados en planes estratégicos de desarrollo como los *Objetivos de Desarrollo del Milenio* (Comité para el Desarrollo

*Internacional, 2011*), algunos de cuyos objetivos son, por ejemplo, erradicar la pobreza extrema y reducir la mortalidad infantil.

### La inversión en conservación ahorra costos futuros

En este capítulo se analiza el principio, ya conocido, de la necesidad de la conservación consistente en que un gasto en conservación hoy evita gastos futuros. Así por ejemplo el Banco Mundial tiene establecidas curvas en las que el coste de la rehabilitación se dispara con el tiempo y en las que se observa cuáles son los momentos más idóneos para intervenir de forma óptima (en el caso de firmes se establecen periodos óptimos de 14-15 años). El informe cita algunos ejemplos como la India donde los gastos operativos de los vehículos se podrían haber reducido en 2900 millones de euros al año si se hubiera realizado una conservación adecuada.

Un ejemplo también del sobrecoste se observa en los países de ingresos bajos en los que se destina un 50% más en conservación por kilómetro que en los países de ingresos medios. Esto sin

duda se debe a las políticas de conservación más adecuadas en estos últimos países lo que les permite abaratar costes.

También en este capítulo se hace referencia a que la falta de conservación supone desperdiciar las inversiones realizadas anteriormente y el esfuerzo realizado para llevarlas a cabo.

### Otros contextos en los que la conservación aporta beneficios

En este capítulo se analizan los aspectos e impactos en las redes nacionales e internacionales, en las redes urbanas y en las redes de caminos rurales.

Las redes nacionales e internacionales estratégicas están constituidas normalmente por una parte pequeña de la red que sin embargo absorbe la mayor parte del tráfico. En Nueva Zelanda, por ejemplo, el 10% de la red absorbe el 50% del tráfico. Estas carreteras suelen tener mejores pavimentos, mejores trazados y mejores características en general y requieren mayores gastos en conservación. En el caso de Escocia tras varios años de deterioros crecientes en la red de autopistas se

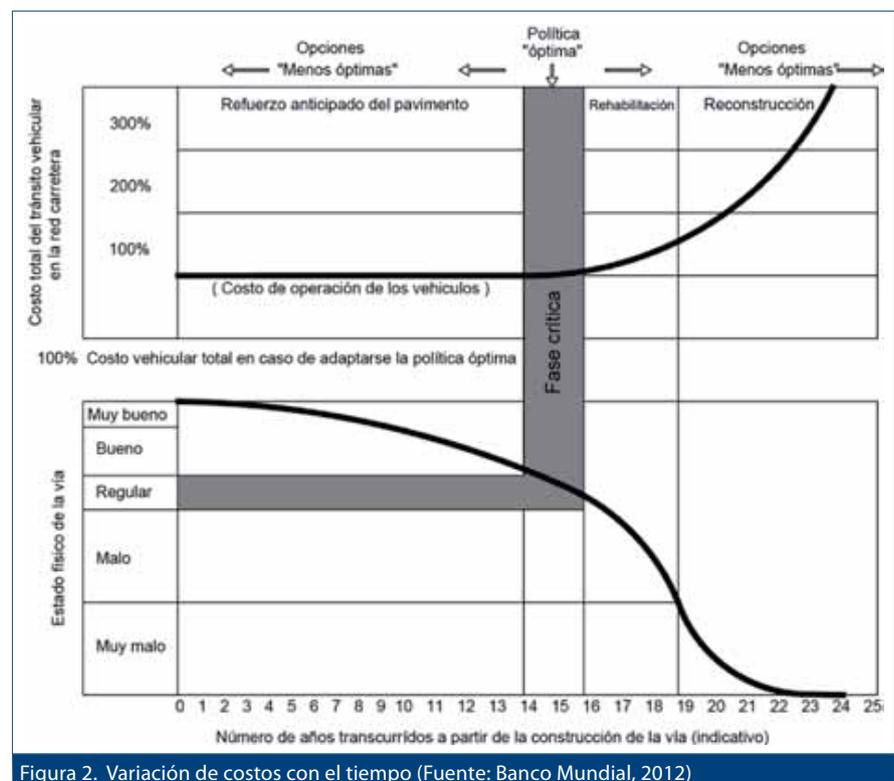


Figura 2. Variación de costos con el tiempo (Fuente: Banco Mundial, 2012)



Figura 3. Carretera rural en Escocia

decidió dar prioridad a esa parte de la red y se le asignó un mayor presupuesto. En estas redes suelen darse esquemas de participación público-privada en los que se reduce la incertidumbre de los gastos de conservación ya que los compromisos de gasto están acordados desde el principio de los periodos concesionales.

A diferencia de las redes estratégicas, las redes de caminos rurales suponen la mayor parte de la red (54% en Reino Unido, 60% en India y 80% en China). A nivel mundial los caminos no pavimentados representan el 40% de la red total de cerca de 34 millones de kilómetros. Esta parte de la red debe competir por conseguir fondos frente a las redes estratégicas y además suelen estar gestionadas por Gobiernos Locales cuyas situaciones económicas pueden ser más precarias. En todos los países estudiados se observa que los fondos destinados a los caminos rurales son insuficientes, de forma que solo se destina el 25% del importe que sería necesario. Este tipo de redes es además mucho más vulnerable a los efectos meteorológicos, pudiendo afectar a comunidades importantes que pueden verse privadas del acceso a hospitales etc. En Escocia, por ejemplo, se determinó que por cada euro

que el Gobierno dejaba de invertir en conservación se generaba un perjuicio de 1,67 euros en los caminos locales y de 1,12 euros en las carreteras estratégicas.

En las redes urbanas, donde la situación de congestión es el aspecto más importante se observa que es necesario un aumento de la conservación debido a los sistemas de gestión de tráfico que se emplean para su ordenación. Si no se realiza un buen mantenimiento los sistemas se quedan inoperativos. Por otro lado estos sistemas necesitan una renovación periódica debido a los importantes avances que se producen en tecnología.

Este capítulo del informe, dedicado a otros contextos, también analiza las repercusiones del clima en la conservación vial y cita tres aspectos importantes como son:

- La vialidad invernal.
- Los sistemas de drenaje.
- Las estructuras.

El informe detalla para cada uno de ellos los impactos que pueden producirse en el caso de no efectuar los gastos necesarios. No vamos a entrar en detalle en cada uno de estos aspectos, por ser de sobra conocidas sus consecuencias, pero sí diremos que los impactos debidos a los fenómenos me-

eteorológicos extremos producidos en el transporte por carretera en la UE se han evaluado en 1810 millones de euros al año, de los cuales el 46% se debe a inundaciones, el 42% a condiciones invernales, el 9% a tormentas y el 3% restante al calor y la sequía.

El informe concluye en la necesidad de una conservación preventiva que evite los impactos producidos por una falta de conservación. Esto ha podido ser demostrado especialmente en situaciones críticas como sismos, donde se ha observado (Los Ángeles 1994 y Christchurch, Nueva Zelanda, 2011) el importante efecto de la conservación y refuerzos realizados previamente en los puentes y su relación directa con su resistencia al sismo.

## La inversión en conservación debe administrarse adecuadamente

Existe un consenso a nivel internacional en la importancia de enfocar la conservación bajo el punto de vista de la gestión de activos, entendida ésta como la optimización del nivel de servicio prestado por la infraestructura durante su ciclo de vida. A esto han contribuido diferentes recomendaciones y normas entre las que destacan la ISO 55000: 2014 (Gestión de activos. Aspectos generales, principios y terminología). Ello conlleva la importancia de fijar unos niveles de servicio y además, como parte de ese proceso, hay que involucrar a la opinión pública. En Noruega, por ejemplo, se establecen tres niveles de servicio según el tráfico soportado y en EE. UU. se plantean diferentes niveles de servicio en función del uso de la red pavimentada.

En general todos los países han establecido auscultaciones de la red que han permitido un conocimiento del estado de esta y consiguientemente una mejora en la eficacia de la conservación (un ejemplo de ello es Baviera que ha mejorado su toma de decisiones basadas en un mejor conocimiento de la red).



Figura 4. Consecuencias del terremoto de Christchurch (Nueva Zelanda, 2011)

Este capítulo del informe entra también a definir los aspectos de un sistema de gestión de activos aplicado a la conservación como son:

- Conocimiento del estado del activo y predicción de su comportamiento futuro. Definir con detalle su ciclo de vida.
- Conocimiento de los riesgos. No solo es importante la seguridad vial, hay otros riesgos asociados como por ejemplo capacidad, reputación etc.
- La conservación futura y sus necesidades de operación deben ser tenidas en cuenta desde la fase del diseño inicial de la infraestructura.
- Es necesario establecer procesos adecuados de gestión de las operaciones de conservación (sistemas de gestión: GSM, firmes, puentes, señalización, etc.).

Un punto importante de la gestión de activos es su implementación, ya que es necesario disponer los recursos materiales y humanos necesarios para ello. El personal debe estar formado y ello supone un importante esfuerzo en la organización; los recursos operativos deben ser avanzados y de última tec-

nología, de forma que sean una verdadera ayuda en la toma de decisiones y en la programación de las operaciones.

Todo ello no sería posible sin un apoyo institucional importante en unos aspectos que ya el Banco Mundial establecía en 1998 y que son:

- Mantener un flujo estable de recursos suficientes.
- Establecer una legislación que complemente la conservación.
- Asignar responsabilidades.
- Establecer unos procedimientos de contratación acordes con los recursos disponibles y que aseguren la eficacia de la inversión.

Estos aspectos son conocidos por todos los que nos relacionamos con la conservación vial y no entraremos en ellos con detalle ya que en el informe aparecen diversos casos y ejemplos. Únicamente dentro del último punto debemos destacar las ventajas que según el informe han sido obtenidas en algunos países como Nueva Zelanda y Australia debidas al establecimiento de contratos a largo plazo basados en resultados (indicadores) y en los que se han alcanzado ahorros del 30% en conservación.

## Conclusiones del informe

Las conclusiones del informe son claras y se derivan de todo lo comentado hasta ahora: la conservación beneficia tanto a la generación actual como a las futuras, evita gastos futuros y si no se llevan a cabo la situación se agravará.

Al final, como ejemplo de esto, se expone el caso del derrumbamiento de un puente en Minneapolis en 2007 en el que murieron 13 personas y que ha dado lugar a informes muy duros sobre la conservación de los puentes en EE. UU. así como al cierre al tráfico de algunos de ellos y a la reparación urgente de muchos otros con los consiguientes sobrecostos.

Merece la pena leer el informe completo por la profusión de datos y ejemplos de países que aporta, y la destacada importancia de llevar a cabo una buena gestión de activos en la conservación.

El informe será muy útil para concienciar al gestor político de la infraestructura sobre la necesidad de destinar los fondos adecuados para una conservación preventiva. ❖

# I CONGRESO MULTISECTORIAL DE LA CARRETERA

## “Por la innovación, la conservación, la competitividad y el empleo”

Los próximos días 11 y 12 de mayo se va a celebrar el I Congreso Multisectorial de la Carretera en el Palacio de Congresos “Miguel Delibes” en Valladolid, bajo el título: “Por la innovación la conservación, la competitividad y el empleo”.

En la organización intervienen las asociaciones más representativas de las infraestructuras de transporte en España: la Asociación Técnica de Carreteras (ATC), la Asociación Española de la Carretera (AEC), la Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas (ASEFMA) y la Asociación de Empresas de Conservación y Explotación de Infraestructuras (ACEX).

En este Congreso se encontrarán profesionales de las administraciones encargadas de la gestión de las carreteras, de las empresas consultoras y constructoras, de los centros académicos, de los centros de investigación y otros colectivos y grupos de interés que intervienen en las carreteras para debatir e intercambiar buenas prácticas sobre conservación, innovación, competitividad y empleo. Las asociaciones organizadoras prevén una importante afluencia de especialistas, tanto del ámbito nacional como internacional.

El programa se desarrolla en tres sesiones de trabajo, de cuya coordi-

nación como ponente principal se ocupa Alberto Bardesi, director de Asfaltos de REPSOL.

La conferencia inaugural correrá a cargo del presidente de la Asociación Mundial de la Carretera (AIPCR/PIARC), Oscar de Buen, que presentará el informe “Importancia de la conservación de carreteras”, publicado recientemente por esta Asociación.

La primera sesión, Conservación, la coordinará el presidente ejecutivo de Asefma, Juan Jose Potti. Se presentarán dos ponencias y habrá una mesa redonda moderada por el presidente de ACEX, Jacobo Martos, y en la que participarán la subdirectora de Conservación de la Dirección General de Carreteras, Carmen Sánchez, y los responsables de conservación de la Junta de Castilla-León, Xunta de Galicia, Diputación Provincial de Álava y Ayuntamiento de Madrid.

La segunda sesión, Innovación, estará coordinada por el director de CEPASA PROAS, José Luís Prieto. En esta sesión se presentarán tres ponencias así como las comunicaciones recibidas al Congreso.

La tercera sesión, Competitividad y empleo, coordinada por el director general de Carreteras del Ministerio

de Fomento, Jorge Urrecho, contará con la participación del presidente de la Comisión de Seguridad Vial y Transporte Sostenible del Congreso de los Diputados, Pere Macías, que expondrá cómo la conservación y la innovación en las carreteras son motores de competitividad y empleo.

En esta última sesión habrá también dos mesas redondas, una de asociaciones del sector y otra de directores generales de carreteras. La primera de ellas será moderada por el presidente de la AEC y presidente de la Confederación Nacional de la Construcción (CNC), Juan Lazcano, en la que intervendrán los presidentes de SEOPAN, ANCI, AERCO, TECNI-BERIA, ITS, AUSIGETI y FOROVIAL. En la segunda mesa redonda, moderada por el director general de Carreteras de la Junta de Castilla-León y presidente de la ATC, Luis Alberto Solís Villa, participarán los directores generales de carreteras de la Comunidad de Madrid, la Junta de Castilla La Mancha y la Generalitat de Cataluña.

El subsecretario del Ministerio de Fomento, Mario Garcés, oficiará la clausura de este I Congreso Multisectorial de la Carretera y procederá a la entrega de un premio a la mejor comunicación. ❖

Para más información, consulte la web  
<http://multisectorialcarretera.es>

# I CONGRESO MULTISECTORIAL DE LA CARRETERA

**“POR LA INNOVACIÓN,  
LA CONSERVACIÓN,  
LA COMPETITIVIDAD  
Y EL EMPLEO”**

Ponente General: **D. Alberto Bardesi Orúe-Echevarría**

**Valladolid**  
11 y 12 de mayo de 2015  
Palacio de Congresos  
“Miguel Delibes”

Organizan:



# Conferencia Internacional sobre Gestión de Firmes



## Moving Pavement Management beyond the Short-Term: Embracing Innovation and Addressing Sustainability, Accountability, and Improved Performance



Del 18 al 21 de mayo de 2015 se celebrará la 9ª Conferencia Internacional sobre la Gestión del Patrimonio de Firmes en las proximidades de Washington D.C. (Alexandría, Virginia). Estas conferencias, que inicialmente estuvieron circunscritas a Estados Unidos y Canadá, se han ido abriendo al resto del mundo, de manera que la edición anterior tuvo lugar en Chile, habiéndose celebrado también otras en Sudáfrica y Australia. La participación española a través de ponencias se inició en la tercera edición en San Antonio, Texas, y ha continuado desde entonces de forma intermitente.

Ciertamente, el concepto de Sistema de Gestión de Firmes es genuina-

mente norteamericano, y es allí donde se iniciaron y donde se han producido los avances más notables, al menos desde el punto de vista conceptual. Pero no es menos cierto que muchísimas administraciones de carreteras hayan asumido la necesidad de desarrollar sus propios sistemas inspirándose en el modelo norteamericano y que hoy contribuyen de forma notable al conocimiento de la comunidad internacional. Se trata, por tanto, de una oportunidad única para escuchar y compartir las últimas reflexiones sobre las experiencias de estos 30 años, desde la primera conferencia en 1985.

Se podría decir que es el foro más prestigioso y que con más rigor y amplitud ha tratado asuntos relacionados

con la vida y desarrollo de los firmes. El TRB junto con la FHWA y la AASHTO han sido promotores tradicionales de estas conferencias. La AIPCR se suma también y aporta, además, la participación de su presidente. Dentro de nuestro ámbito cabe señalar la notable presencia europea, de países de habla hispana y portuguesa, y de expertos como los profesores Gerardo Flintsch de Uruguay o Luis Picado Santos, de la Universidad de Lisboa, dos de los principales promotores de este evento.

Para ampliar la información se puede visitar la página web de la conferencia (<http://icmpa9.org/>) así como tener acceso a las ponencias presentadas en ediciones anteriores (<http://pavementmanagement.org/icmpfiles/icmp.htm>). ❖

*La grandeza  
de construir  
está en cuidar  
los pequeños  
detalles*



Avda. Ramón Pradera, 14  
Telf. 983 359 600 Fax 983 374 789  
47009 VALLADOLID  
e-mail: zarzuela@zarzuelasa.es  
[www.zarzuelasa.es](http://www.zarzuelasa.es)



# La ampliación de la Avenida Jamal Abdul Nasser (Kuwait)

La ingeniería española APIA XXI trabaja activamente en proyectos del ambicioso programa de actuaciones urbanas del Ministerio de Obras Públicas de Kuwait

En el año 2005 el Ministerio de Obras Públicas de Kuwait (MPW) encargó al consorcio formado por Louis Berger y Pan Arab Consulting Engineers los servicios de consultoría para el estudio, el diseño y la supervisión de las obras de actualización y mejora de la Avenida Jamal Abdul Nasser y la Carretera a Jahra, un proyecto encuadrado dentro de un ambicioso programa de actuaciones urbanas que está desarrollando en la ciudad de Kuwait para dinamizar su congestionado nivel de tráfico.

La obra, adjudicada al consorcio ROBT (Rizzani, OHL, Boodai y Trevi), comenzó en septiembre de 2011, con un presupuesto de 850 millones de dólares y una duración prevista de 66 meses (5 años y medio).

Desde el año 2012, los servicios de consultoría en el área de ingeniería estructural, para la supervisión de las obras de actualización y mejora

Puentes	
Puentes	13 700 m
Avenida principal	7200 m
Avenidas transversales	1200 m
Ramales de conexión	5300 m
Vías de servicio	
Vías de servicio	11 470 m
Avenida principal	8540 m
Avenidas transversales	2930 m
Otras infraestructuras	
Paso inferior	1
Glorietas elevadas	2
Pasarelas peatonales	8
Enlaces	4
Rotondas	9

de la calle Jamal Abdul Nasser, están siendo desarrollados por APIA XXI.

Los trabajos de la Nueva Avenida Jamal Abdul Nasser incluyen la construcción de un total de 13,70 km de puentes de dovelas prefabricadas, 11,50 km de vías de servicio, bajo los viaductos elevados de la avenida principal y de las vías transversales,

así como de otras infraestructuras urbanas (rotondas, enlaces materializados por ramales, o por glorietas elevadas sobre la vía principal) y la correspondiente recolocación de los servicios afectados.

La magnitud de estas cifras hacen de esta infraestructura una de las mayores a nivel mundial, en lo que se

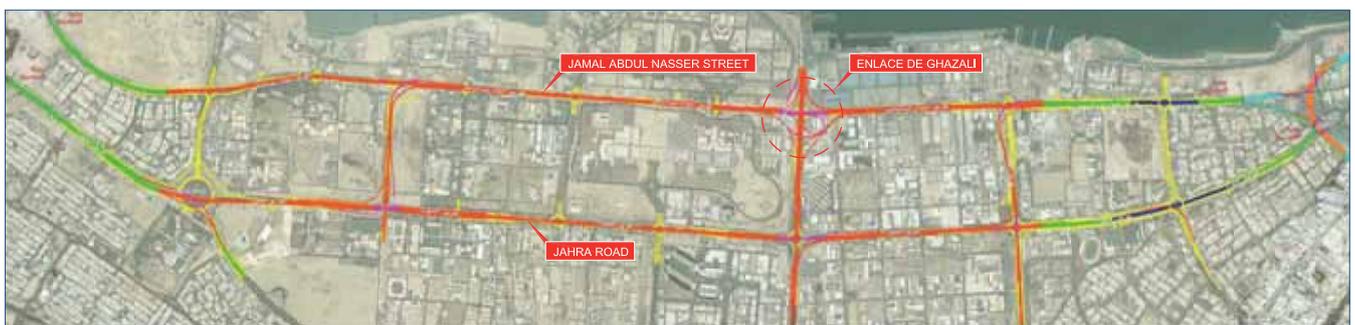


Figura 1. Planta del proyecto

refiere a viaductos urbanos elevados. En la Figura 1 se muestra una planta de la obra, junto con la obra gemela de la Carretera a Jahra situada al sur de ésta.

Uno de los retos principales de esta infraestructura es compatibilizar los trabajos de construcción del nuevo viaducto con las condiciones de circulación de las vías existentes. En todo momento el tráfico permanece abierto en ellas, que tienen una alta intensidad de circulación al tratarse de vías principales de entrada y salida a la ciudad de Kuwait. En no pocas ocasiones mantener la continuidad del tráfico se convierte en uno de los condicionantes más importantes del diseño y la construcción.

Igualmente, al tratarse de una obra urbana cobra especial importancia la logística relacionada con los servicios afectados, para garantizar el funcionamiento continuado de los diferentes suministros, evacuaciones y abastecimientos.

Hasta ahora, el contratista ha concentrado sus esfuerzos en el viaducto principal a lo largo de la avenida Jamal Abdul Nasser, que se ha rediseñado para cambiar el método constructivo (originariamente el proyecto consideraba la construcción por avance en voladizo, mientras que finalmente se ha optado por el método vano a vano, en ambos casos con dovelas prefabricadas). En la construcción se utilizan dos vigas de lanzamiento, y el sistema utilizado consiste en suspender de cada una todas las dovelas de uno de los cajones de un mismo vano, para proceder a su pretensado una vez posicionadas y quedar así solidarizadas al vano previamente ejecutado, dando lugar a una estructura continua.

En la obra se contabilizan en total 391 pilas y 9 estribos cimentados sobre 3600 pilotes de 1200 mm de diámetro con una longitud total de unos 79 000 m, teniendo en cuenta viaductos y ramales. Entre las pilas las hay de tipo martillo, con formas suaves, aparatos de apoyo deslizan-



Figura 2. Construcción vano a vano



Figura 3. Pilas y diafragmas del viaducto principal (pila integral en primer plano)



Figura 4. Construcción de diafragma

tes tipo *pot* en cabeza y una llave de cortante para recoger las fuerzas transversales; y de tipo integral, monolíticas con el tablero.

Los viaductos principales consisten en unidades estructurales de unos 300 m de longitud y un nú-

mero de vanos comprendido entre 5 y 9, separadas entre sí por juntas. El tablero está formado por dos cajones paralelos de hormigón con pretensado interior y exterior, conectados entre sí solamente por los diafragmas de pila, consistentes en

## Actividad Internacional

una viga transversal de hormigón pretensado.

Previamente al hormigonado *in situ* de los diafragmas se colocan en su posición teórica unas mini-dovelas prefabricadas (o “extrusiones”) a las que se unirán posteriormente los cajones de los vanos a ambos lados de la pila, facilitando enormemente la construcción del tablero en su posición exacta y las tareas de control geométrico. En la Figura 4 se observa la construcción de un diafragma del viaducto principal.

En cada unidad estructural se disponen dos pilas integrales que recogen las fuerzas horizontales longitudinales.

Las zonas en las que confluyen los ramales son singulares y en algunos casos se disponen hasta cuatro cajones en paralelo.

Como puede comprobarse en la Figura 5, la imposibilidad de disponer pilas de mayor anchura para no afectar al tráfico futuro condiciona el diseño de la sección transversal por zona de pilas, convirtiéndolo en todo un reto desde el punto de vista técnico.

El proyecto incluye en total 16 ramales, que se construyen mediante el sistema de avance en voladizo (que, como se ha indicado, era el originalmente previsto en proyecto también para los viaductos), según el cual se colocan dos dovelas prefabricadas cada vez, una a cada lado de la pila y de forma equilibrada, para posteriormente introducir el pretensado que las une al resto (Figura 6). Destacan las estructuras que materializan el enlace entre la Avenida Jamal Abdul Nasser y la Avenida de Ghazali (entrada al puerto de la ciudad de Kuwait), todo un símbolo del proyecto, y consistente en un total de 6 ramales.

En la zona más próxima a la ciudad de Kuwait se está construyendo el enlace de la avenida Jamal Abdul Nasser con la segunda circunvalación de Kuwait, consistente en un paso inferior del vial principal



Figura 5. Tablero en vano con 4 cajones en paralelo



Figura 6. Construcción por avance en voladizo en los ramales



Figura 7. Paso inferior del vial principal bajo el enlace con la segunda circunvalación

bajo una glorieta que se materializa por sendos tableros de hormigón pretensado. La losa del paso inferior se cimenta sobre pilotes de 600 mm de diámetro que trabajan a tracción, al situarse a un nivel inferior al freático por su proximidad al mar.

El número de dovelas prefabricadas previstas en el proyecto original se ha incrementado en un 14%, hasta alcanzar la cifra de 8688, debido al cambio del proceso constructivo, en el que los diafragmas incluyen las mini-dovelas prefabricadas ya descritas. El parque de dovelas prefabricadas, situado a 20 km del inicio de la obra, produce las dovelas siguiendo procesos de fabricación propios de una factoría, con diferentes líneas de producción, control de calidad exhaustivo y almacenamiento organizado. Este sistema de prefabricación permite asegurar una óptima calidad de las dovelas, asegurando una alta durabilidad para el puente con unos costes limitados de mantenimiento.

La participación de APIA XXI consiste en la revisión del proyecto de las estructuras existentes en la obra y la supervisión del redi-



Figura 8. Parque de dovelas prefabricadas

seño de los viaductos principales de acuerdo con el nuevo método constructivo propuesto por el contratista. Para ello ha desplazado a 4 ingenieros especialistas estructurales a la oficina técnica de la obra en Kuwait, entre los que se encuentra el *Chief Structural Engineer*, máximo responsable de la supervisión de los aspectos técnicos de la obra. Además, APIA XXI ha dado en todo momento soporte técnico desde sus oficinas centrales en labores de

rediseño de varias estructuras y de resolución de problemas surgidos en la obra.

El porcentaje de avance del proyecto permite vislumbrar ya lo que supone la construcción de esta gran infraestructura: el establecimiento de un nuevo sistema viario elevado que replica la red situada a nivel de suelo —materializando así una vía rápida de descongestión del tráfico— y conservando, a su vez, una adecuada conectividad transversal.❖



Figura 9. Viga de lanzamiento

# Primer Congreso Mundial sobre Conservación y Reciclado de Pavimentos



PAVEMENT PRESERVATION & RECYCLING SUMMIT  
PPRS PARIS 2015 • FEBRUARY 22-25

Del 22 al 25 de febrero 2015 París ha sido el escenario del Primer Congreso Mundial sobre Conservación y Reciclado de Pavimentos (PPRS Paris 2015 por sus siglas en inglés). Organizado por seis asociaciones de firmas: IBEF, AEMA, ARRA, ISSA, PPRA y FP<sup>2</sup>, contó con el apoyo de la Asociación Mundial de la Carretera AIPCR-PIARC (cuyo secretario general, Jean-François Corté, presidió el Congreso) así como de otras asociaciones internacionales, europeas y francesas.

La expectación e importancia de este evento quedan patentes en las siguientes cifras: 1090 participantes (30% de Francia, 30% del resto de Europa, 20% de América, 10% de Asia y 10% de Oceanía) de 59 países distintos, 111 ponencias presentadas y 53 expositores que estuvieron presentes en la zona de exposición.

## Sesión inaugural

En la sesión inaugural participaron Jean-François Corté, secretario general de la AIPCR, Alain Vidalies, secretario de Estado de Transportes de Francia, Michael Cramer, presidente del Comité de Transportes del Parlamento Euro-

peo, King Gee, director de Ingeniería y Servicios Técnicos de AASTHO, Bruno Cavnagné, presidente de la FNTP, William Finerty, de Caterpillar, y Jacques Tavernier, Presidente de la USIRF.

El Congreso comenzó citando titulares de prensa de grandes medios de comunicación generalistas de diversos países que ilustran cómo la necesidad de una mayor inversión en conservación de carreteras es un problema mundial. Entre los titulares presentados cabe destacar los siguientes:

- ¿Cómo han llegado a este estado nuestras carreteras? (Alemania).
- 10 000 puentes necesitan rehabilitación (Alemania).
- En 2013 ha habido 830 000 km de atascos (Alemania).
- Los 6000 millones de libras prometidos por el Gobierno serán insuficientes para reparar los baches de las carreteras de las comarcas (Reino Unido).
- El mal estado de las carreteras cuesta a las PYMES de Inglaterra y País de Gales 5000 millones de libras al año (Reino Unido).
- El presupuesto de conservación se ha reducido un 38% desde 2009 (España).

- Doblar la inversión en conservación permitiría reducir en un 20% los accidentes (España).
  - En Oregón se necesitan 5100 millones de dólares en conservación de carreteras o el resto de la economía se hundirá (Estados Unidos).
  - En California la conservación no realizada cada año se estima a 5.900 millones de dólares (Estados Unidos).
  - Último aviso: hay que actuar para conservar nuestras carreteras (Japón).
  - El 60% de los accidentes son consecuencia del mal estado de la carretera y la señalización (Italia).
- Dichos titulares, que se repiten en muchos países, no son el efecto de lobbies de la carretera sino que reflejan la preocupación de la sociedad y se hacen eco de avisos y consejos lanzados por distintos organismos internacionales.
- En la mayoría de los países el patrimonio vial actual ha sido construido durante la segunda mitad del siglo XX mediante grandes esfuerzos de inversión y representa, para muchos de ellos, su patrimonio público de mayor valor económico. Hoy en día, ese patrimonio está degradándose y perdiendo su valor. La crisis económica está estableciendo

restricciones presupuestarias permanentes que agravan el problema a nivel nacional y aún más a nivel regional o municipal.

El Congreso hizo hincapié en que cada retraso en inversión que realicemos ahora aumentará aún más la carga que dejaremos a las generaciones futuras, causando importantes efectos negativos tanto sociales, como económicos y medioambientales.

Por ello, el Congreso fue antes que nada una invitación a intercambiar conocimientos para cambiar la situación actual mediante la innovación, la programación plurianual, la reducción de costes y, sobre todo, el uso más eficaz de los presupuestos públicos, aunque también se invitó al sector de la carretera a innovar en su forma de comunicación tanto hacia los políticos como hacia la sociedad en general.

### Sesiones técnicas

Durante el Congreso PPRS se realizaron 17 sesiones técnicas de media jornada, que abordaron aspectos económicos, financieros, técnicos, de gestión, contractuales y sociales.

En las sesiones se analizaron mecanismos contractuales y experiencias de todo el mundo que garantizasen la conservación ordinaria y extraordinaria. Entre estas experiencias se presentó el programa de mejora y acondicionamiento de las autopistas de primera generación en España; donde se destacó que se ha conseguido garantizar el presupuesto de conservación de forma independiente a los presupuestos nacionales y se ha conseguido llevar a cabo el proyecto en medio de una crisis presupuestaria sin precedentes en la España moderna.

También destacó el caso del fondo de conservación de carreteras de Tanzania, cuyos recursos presupuestarios están garantizados por la propia Constitución del país a través de impuestos sobre los carburantes. Dichos recursos ofrecen el 70% de los presupuestos necesarios para la conservación y mejora de las carreteras, mientras que en el mismo país los presupuestos de sanidad o



King Gee, director de Ingeniería y Servicios Técnicos de AASTHO, durante su intervención

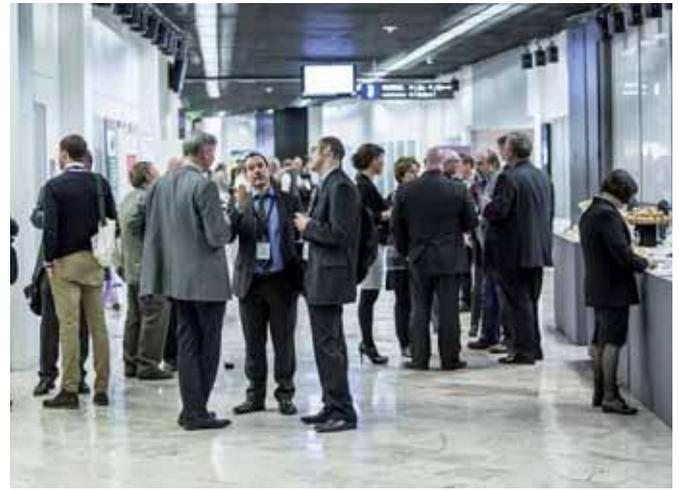


Ari Vatanen, presidente del Mobility for Prosperity in Europe, en su intervención en la sesión de clausura

educación apenas cubren del 20 al 30 % de las necesidades.

Las autoridades de California mostraron cómo sus recursos históricos, que también provienen de los impuestos sobre los carburantes, están disminuyendo rápidamente por la mayor eficiencia de consumo de los automóviles, así como por el aumento de automóviles híbridos y eléctricos, lo que supone un nuevo reto para los gestores de las carreteras. La vía principal que se está explorando es la de un pago por uso para gran parte de la red vial, en un estado donde la densidad urbana está desarrollada basándose ampliamente en el uso del automóvil y donde los otros medios de transporte son minoritarios.

Varias sesiones técnicas se centraron en el impacto social y las necesidades de comunicación. Fue particularmente ilustrativa la experiencia de Sudáfrica con el proyecto de mejora y construcción de autopistas urbanas en la región de Johannesburgo a través de la introducción de un sistema de peaje; y los problemas de aceptación ciudadana que hubiesen podido evitarse con un programa de comunicación sobre el proyecto aún mayor. Tras la experiencia, las autoridades sudafricanas, que habían realizado todos los estudios técnicos y legales necesarios, están convencidas de que la cuestión de la conservación de carreteras, y de una forma más general del transporte, hay que transformarla de



una cuestión técnica en una cuestión social para desarrollarla con éxito.

En lo concerniente a las sesiones dedicadas a la innovación, destacó la construcción de una autopista inteligente en Corea (que será objeto de una visita técnica durante el próximo Congreso Mundial de la Carretera), que ofrece una interacción automática entre la infraestructura y los teléfonos inteligentes de los ocupantes de los vehículos o sus ordenadores de a bordo, que permite avisar en tiempo real sobre la existencia de vehículos parados, obstáculos en la carretera, presencia de hielo, distancias de seguridad, zonas de obras, etc., además de soportar el sistema para telepeajes en *free flow* y ofrecer servicios de *wi-fi*. El primer tramo de prueba, de 11 km de longitud, comenzó a operar en julio de 2014 y en la actualidad se están acondicionando otros 35 km estando previsto que en un futuro próximo se pueda extender esta experiencia a otras autopistas del país.

Se dedicaron tres sesiones a la gestión del patrimonio vial, haciendo hincapié en la necesidad de tener programas de conservación plurianuales, de anticipar las necesidades de gestión a medio y largo plazo, de pasar de una conservación estadística a una conservación específica y de establecer una gestión del patrimonio integral no sólo en las administraciones nacionales, sino también en las regionales y municipales desarrollando las instituciones que puedan apoyarlas en esta gestión.

El ciclo de vida de los firmes de carretera, las innovaciones en las emul-

siones, y las interacciones entre los gestores de la infraestructura y las innovaciones de la industria y las empresas constructoras contaron con otras cinco sesiones, en las que resaltaron de forma especial las cuestiones relacionadas con el reciclado de firmes.

## Sesión de clausura

La sesión de clausura contó con la participación de Maxime Picat, CEO de Peugeot, Thierry Willer, de Michelin, Nicolas Hautiere, de Ifsttar, Yann Crame, de Shell, y Jean-François Corté, secretario general de la AIPCR, y en ella se destacaron tres elementos claves del éxito del Congreso PPRS:

- La existencia de un interés mundial sobre la conservación de carreteras, puesto de manifiesto a través de la participación de representantes de los cinco continentes.
- La convergencia de opiniones sobre la necesidad de actuar frente a la situación actual.
- El intercambio de experiencias, la evaluación comparativa y la presentación de nuevos materiales, gestión del patrimonio, financiación, contratación, etc.

La sesión de clausura invitó a los organizadores y patrocinadores del Congreso a asimilar las experiencias y buenas prácticas presentadas, a hacer un seguimiento continuo de estas cuestiones, así como a repetir la celebración de este evento dentro de unos años.

El Congreso ha sabido enfatizar la necesidad de una mayor y mejor con-

servación de las carreteras para garantizar un desarrollo sostenible, algo de lo que ya eran conscientes la mayoría de sus participantes, por lo que la cuestión crucial que se ha planteado es cómo comunicar esta necesidad más allá de la comunidad técnica y profesional. Algunos organismos internacionales se enfrentan ya a este desafío, como por ejemplo la Asociación Mundial de la Carretera que ha publicado recientemente el informe "Importancia de la conservación vial" disponible gratuitamente en su página web y concebido como una herramienta de comunicación para que los profesionales de la carretera puedan comunicar el fenómeno a los decisores políticos.

De todas las tareas suscitadas por el Congreso, la sesión de clausura enfatizó que si sólo se pudiese escoger una, probablemente sería la cuestión de la comunicación. Superar con éxito el desafío de traducir el debate técnico en un debate social y político a través de una comunicación eficaz, parece una de las claves para mejorar y preservar el patrimonio vial.

El sector de la carretera necesita comunicar y convencer al público en general, así como a los medios de comunicación y a los políticos. Nuestra capacidad de comunicar tiene una repercusión directa sobre la toma de decisiones, no sólo en términos de asignación de presupuesto, sino también en lo que se refiere a la aprobación de regímenes de financiación y la aceptación de proyectos nuevos o de rehabilitación. ❖

# XXV Congreso Mundial de la Carretera

“Carreteras y movilidad – Creando nuevos valores desde el transporte”



**Seúl, República de Corea. Del 2 al 6 de noviembre de 2015**

Se acerca la fecha de celebración del XXV Congreso Mundial de la Carretera que tendrá lugar en Seúl (República de Corea), del 2 al 6 de noviembre de 2015.

Desde el primer Congreso Mundial de la Carretera, que se realizó en París en el año 1908, la Asociación Mundial ha venido organizando cada cuatro años un congreso Mundial en uno de los países miembros. En la actualidad, la Asociación Mundial reúne a 122 Gobiernos del mundo.

El Congreso mundial representa una magnífica oportunidad para que miles de especialistas del mundo, entre los que se incluyen responsables de las distintas administraciones de carreteras; asociaciones, las instituciones académicas; de investigación y profesionales relacionados con las carreteras y el transporte vial, se reúnan para presentar los resultados de sus investigaciones y las buenas prácticas. También representa una oportunidad para compartir in-

formación entre diversos países y regiones con el fin de encontrar soluciones a los problemas del sector y reforzar los lazos de cooperación entre los interesados en las carreteras del mundo.

En el XXV Congreso Mundial de la Carretera se establecerán conceptos y estrategias para crear nuevos valores en materia de carreteras y transporte, basados en los cuatro temas estratégicos del Congreso: Gestión y rendimiento, Acceso y movilidad, Seguridad e Infraestructura.

Los idiomas oficiales del Congreso son inglés, francés, coreano y español, ofreciendo durante las sesiones traducción simultánea en estos idiomas.

El programa del Congreso incluye sesiones para presentar los resultados de los trabajos realizados en los últimos cuatro años por los 17 Comités Técnicos de la Asociación Mundial, así como diversas sesiones especializadas sobre sus cuatro temas estratégicos.

Después de la celebración de la ceremonia de apertura, tendrá lugar la sesión de Ministros, en la que intervendrán ministros y viceministros de más de 50 países del mundo, bajo el lema: "La evolución de las políticas de carreteras para la próxima generación".

Las cuatro sesiones de los temas estratégicos adoptados para el periodo 2012-2015 tomarán como base los informes presentados por los países miembros de la Asociación Mundial de la Carretera.

Las 14 sesiones especiales que se celebrarán han sido ideadas para consolidar las relaciones con los países e instituciones regionales que están desarrollando actividades en el sector de las carreteras y el transporte.

También habrá 17 sesiones de los Comités Técnicos para compartir y discutir las actividades desarrolladas durante el periodo 2012-2015, así como los resultados de las investigaciones y trabajos realizados.

El Congreso incluirá, además de las sesiones técnicas, un gran espacio de exposición, donde los pabellones de los Comités Nacionales de la Asociación Mundial y las instituciones y empresas presentarán a sus administraciones, instituciones, asociaciones y empresas más importantes. Esta exposición representa una magnífica oportunidad para mostrar la capacidad de cada país en el diseño, construcción y conservación de carreteras y abrir mercados en el ámbito internacional.



La Asociación Técnica de Carreteras, como Comité Nacional de España de la Asociación Mundial, se encarga de la coordinación de esta exposición, y para ello ha reservado un espacio privilegiado en la exposición del Congreso, en el que estarán

presentes, además de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento y la Dirección General de Tráfico del Ministerio del Interior, otras importantes administraciones de carreteras, instituciones, asociaciones y empresas. ❖

## Programa General Seúl 2015

Fecha	Horario	Contenido	
Lunes 2 de noviembre	10:00-12:00	Ceremonia de apertura	
	14:00-17:30	Sesión de Ministros	
	17:30-21:00	Inicio de exposición y recepción de bienvenida	
Martes 3 de noviembre	09:00-12:30	5 Sesiones Técnicas en paralelo	
	12:40-13:30	Sesión magistral	Exposición y visitas técnicas
	15:00-18:30	5 Sesiones Técnicas en paralelo	
Miércoles 4 de noviembre	09:00-12:30	5 Sesiones Técnicas en paralelo	
	12:40-13:30	Sesión magistral	Exposición y visitas técnicas
	15:00-18:30	5 Sesiones Técnicas en paralelo	
Jueves 5 de noviembre	09:00-12:30	5 Sesiones Técnicas en paralelo	
	12:40-13:30	Sesión magistral	Exposición y visitas técnicas
	15:00-18:30	5 Sesiones Técnicas en paralelo	
	20:00-22:00	Cena de gala	
Viernes 6 de noviembre	09:00-12:30	5 Sesiones Técnicas en paralelo	
	14:00-15:30	Ceremonia de clausura	

### Ceremonia de Apertura

Bienvenida a todos los participantes, acompañantes y expositores al Congreso.

### Sesión de Ministros

Bajo el lema “La evolución de las políticas en carreteras para la próxima generación” contará con la participación de representantes de más de 50 países.

### Sesiones Técnicas

Integradas por 4 Sesiones de Orientación Estratégica, 17 sesiones de los Comités Técnicos, 14 sesiones especiales, 3 sesiones de discursos magistrales, sesiones de póster, etc.

### Visitas Técnicas

Se prevé visitar diversas instituciones y lugares donde se realizan proyectos de infraestructuras.

### Eventos Sociales

Además de las actividades previstas en el programa de acompañantes el Congreso contará con una recepción de bienvenida y una cena de gala.

### Ceremonia de Clausura

Como broche final, el Congreso finalizará con una Ceremonia de Clausura en la que se expondrán el resultado y conclusiones del mismo, así como el Plan Estratégico de la Asociación Mundial para el periodo 2016-2019. Durante este acto, se anunciará el país anfitrión del XXVI Congreso Mundial de la Carretera al que se le hará entrega de la bandera de la Asociación.

### Programa tras el Congreso

Tras la celebración del Congreso, se ofrece a los participantes la posibilidad de continuar su estancia en Corea para poder visitar lugares emblemáticos como la Isla Jeju o la montaña Seorak, incluidos en diversos programas turísticos preparados al efecto.

Para más información, consulte la web  
<http://www.piarcseoul2015.org/wrcs/>

# SEOUL 2015



## El XXV Congreso Mundial de la Carretera

Seúl, República de Corea  
2~6 de noviembre de 2015



# Carreteras y Sociedad

## el último número monográfico de la revista RUTAS



El pasado 4 de marzo se presentó en Madrid, en la sede del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, el segundo número monográfico de la revista RUTAS: "Carreteras y Sociedad", en un acto presidido por el presidente del Congreso de los Diputados, Jesús Posada Moreno, al que acompañaron el secretario general de Infraestructuras del Ministerio de Fomento, Manuel Niño González, el vicepresidente del Colegio de Ingenieros, José Manuel Loureda, el presidente de la ATC, Luis Alberto Solís Villa, y el coordinador de este número, José Alba. La conducción del acto corrió a cargo del periodista Fernando Ónega, que además es uno de los autores.

«España es una potencia mundial en infraestructuras» destacó Jesús Posada en su intervención, citando el

informe de Competencia Global del *World Economic Forum*. El presidente del Congreso, que además es Inge-

**«Por las vías de comunicación se transmiten las ideas, el conocimiento, la riqueza y, por tanto, el progreso; y de esas vías de comunicación, la carretera es el modo más universal»**

(Luis Alberto Solís Villa)

niero de Caminos, comentó que este hecho coloca a España en el "top ten" mundial de las infraestructuras. Aña-

dió que las carreteras aportan músculo a España, desde la vertebración territorial al turismo, con una red de 17 000 km de vías de alta capacidad que contribuye al Estado del Bienestar y a la Marca España. Destacó que: «la extraordinaria mejora de nuestra infraestructura de transporte y comunicación, que se demuestra en los diversos artículos de este número, constituye una de las manifestaciones más visibles del enorme progreso que ha experimentado España en las cuatro últimas décadas».

Luis Alberto Solís Villa, resaltó en su intervención que en su primer acto público como presidente de la ATC representa un honor contar con la presencia del presidente del Congreso. Agradeció al anterior presidente de la ATC, Roberto Alberola, los esfuerzos que ha realizado para que el número monográfico viera la luz como

impulsor de esta iniciativa y por los todos los logros conseguidos en los diez años de su presidencia. «Por las vías de comunicación se transmiten las ideas, el conocimiento, la riqueza y, por tanto, el progreso; y de esas vías de comunicación, la carretera es el modo más universal», indicó el Presidente en su intervención. Incidió en la transformación de la red de carreteras en los últimos treinta años y en la mejora de la seguridad vial. Concluyó su intervención indicando que «la actividad constructora ha permitido colocar a las empresas consultoras y constructoras en primera línea del mundo y las técnicas desarrolladas se encuentran entre las mejores del mundo». Intervino a continuación el vicepresidente del Colegio de Caminos, que agradeció la presencia de los ponentes y el trabajo desarrollado por la ATC para el progreso de las técnicas de carreteras.

“Carreteras y Sociedad” es un número monográfico de carácter divulgativo, que recoge veintitrés artículos y tres debates con enfoques que incluyen sociología, ecología, política, economía, comunicación o



José Manuel Loureda, Jesus Posada Moreno, Manuel Niño González, Luis Alberto Solis Villa y Jorge Urrecho Corrales, momentos antes de la presentación del número monográfico

historia en torno al valor de la red de infraestructuras y su efecto transformador contribuyendo al intercambio de bienes y conocimiento. El ingeniero José Alba, coordinador del número, expuso en su intervención las razones que han fundamentado el número monográfico y el alcance del mismo, que está dirigido a la sociedad en su

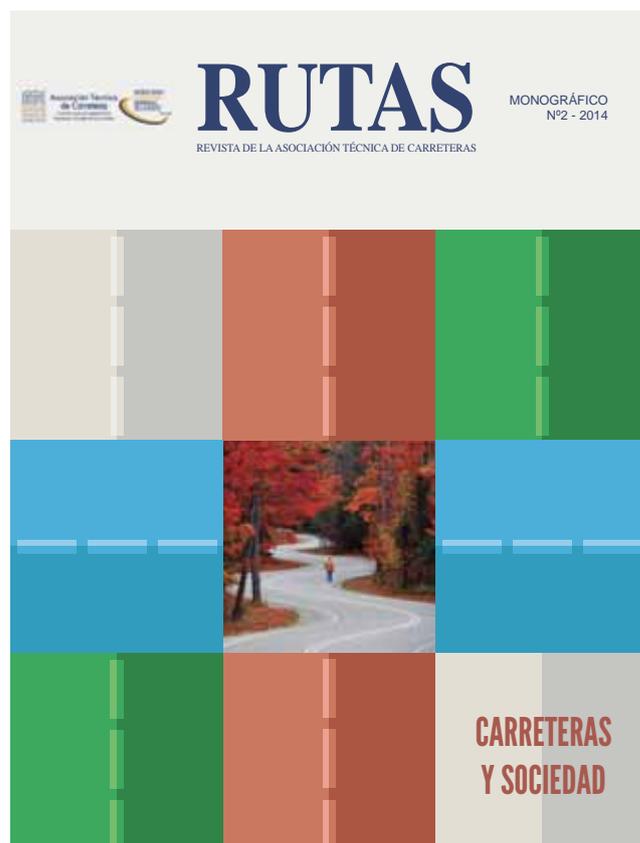
conjunto para mostrar la importancia de la red de carreteras, orientando su publicación a colectivos que se encuentran más allá del ámbito de los ingenieros de caminos: «Quienes hacemos carreteras solemos hablar del ‘cómo’ olvidando a menudo el ‘por qué’ y el ‘para qué’, algo que este monográfico trata de compensar».

**«La carretera ha sido más importante para el intercambio de costumbres y cultura que la acción de todos los gobiernos»**

(Fernando Ónega)

**«Quienes hacemos carreteras solemos hablar del ‘cómo’ olvidando a menudo el ‘por qué’ y el ‘para qué’, algo que este monográfico trata de compensar»**

(José Alba)





Jesús Posada destacó que «la extraordinaria mejora de nuestra infraestructura de transporte y comunicación, que se demuestra en los diversos artículos de este número, constituye una de las manifestaciones más visibles del enorme progreso que ha experimentado España en las cuatro últimas décadas»

A lo largo de su intervención manifestó que: «La sociedad actual no podría funcionar si no hubiera carreteras, que están tan cercanas al servicio e interés de la sociedad como la asistencia sanitaria. Todos los días utilizamos alguna carretera para desarrollar nuestra vida, pero no somos conscientes de ello».

Más allá del impacto económico o los hitos técnicos, los artículos que se incluyen en el número monográfico se han centrado en mostrar la importancia que tiene la red de carreteras para el conjunto de la sociedad, al facilitar el acceso a los servicios y a la cultura. El periodista Fernando Ónega, conductor del acto y autor del artículo ‘La revolución silenciosa’, comentó en su intervención que «la carretera ha sido más importante para el intercambio de costumbres y cultura que la acción de todos los gobiernos». También comen-

tó que «esta publicación es una enciclopedia en pequeño, una antología del saber de la Caminería», y mencionó

**«En el contexto del reparto modal, la carretera tiene una incidencia del 88,6% en viajeros-km y el 94,3% del transporte de mercancías medido en toneladas-km »**

(Manuel Niño)

la importancia de la transformación de la red de carreteras para la mejora de la calidad de vida de la sociedad.

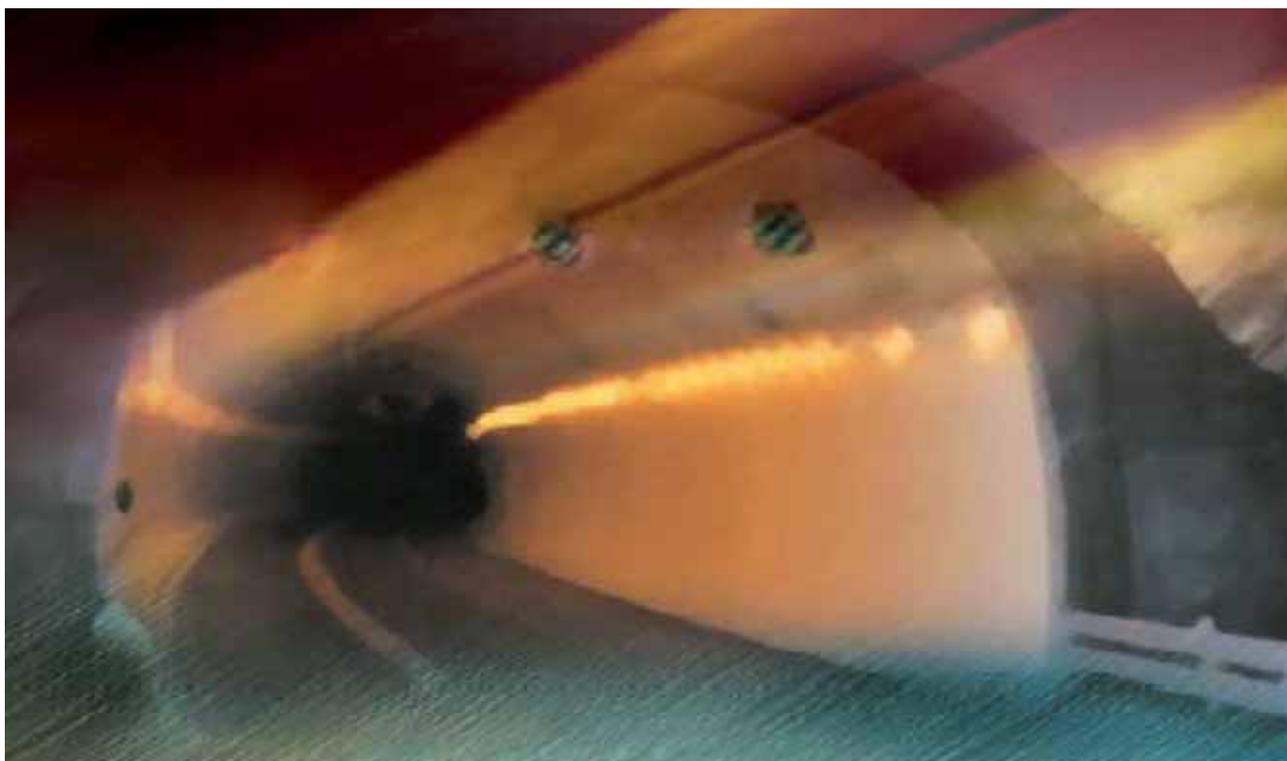
El secretario General de Infraestructuras en su intervención puso en valor la red de carreteras en el contexto del transporte: «en el contexto del reparto modal, la carretera tiene una incidencia del 88,6% en viajeros-km y el 94,3% del transporte de mercancías medido en toneladas-km». Incidió en la transformación de la red española en las últimas tres décadas desde el plan de 1984, que ha situado a España al nivel de las grandes potencias y ha generado nuevas áreas de oportunidad. Subrayó que la inversión en carreteras, unida a otros factores preventivos y coercitivos, ha contribuido a la reducción de la siniestralidad en más de un 50% durante la primera década del siglo XXI. El ahorro social en ese periodo estimado en torno a 45 000 millones de euros, o la amortización de la inversión en autovías en tan sólo una década, gracias al impacto de ahorro de tiempo, son algunos de los datos suministrados por el Secretario General puestos de relieve en este acto.

La nueva sensibilidad medioambiental, la integración paisajística, la movilidad turística, el valor estratégico de la planificación, los desarrollos tecnológicos o los nuevos valores del transporte, son temas incluidos en el monográfico de Rutas que asimismo aborda su importancia económica. ❖



Luis Alberto Solís Villa, Enrique Balaguer, José María Morera y Roberto Alberola

# VI Simposio de Túneles de Carretera Explotación Sostenible de Túneles



## Desarrollo del Simposio

Los pasados días 11, 12 y 13 de marzo de 2015 la Asociación Técnica de Carreteras (ATC) organizó en el Auditorio de la ciudad de Zaragoza, el "VI Simposio de Túneles de Carretera", bajo el título "Explotación Sostenible de Túneles", promovido por el Minis-

terio de Fomento de España y con la colaboración del Gobierno de Aragón, la Diputación de Zaragoza, el Ayuntamiento de Zaragoza y la Demarcación de Aragón del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Esta sexta edición trató sobre la explotación sostenible de túneles desde un enfoque integral,

con el objeto de identificar y priorizar las actuaciones más adecuadas y rentables para garantizar la seguridad con el uso de las más avanzadas tecnologías, incluyendo todos los aspectos que influyen en la seguridad de los túneles: infraestructura, explotación, gestión de la seguridad, tráfico y comportamiento del conductor;

así como la eficiencia y sostenibilidad de las actuaciones. El Simposio también ha servido para hacer una puesta al día del estado del arte de todas las técnicas, prácticas y formas de gestión para una eficaz explotación de los túneles.

El Simposio contó con la presencia de más de 550 congresistas y 14 expositores. En las sesiones técnicas se presentaron 21 ponencias y 36 comunicaciones libres, que abordaron los aspectos mencionados anteriormente.

En el acto de inauguración intervino el consejero de Obras Públicas, Urbanismo, Vivienda y Transporte del Gobierno de Aragón, Rafael Fernández de Alarcón; el secretario general de Infraestructuras del Ministerio de Fomento, Manuel Niño; el consejero de Urbanismo, Infraestructuras, Equipamiento y Vivienda del Ayuntamiento de Zaragoza, Carlos Pérez Anadón; el presidente de la Asociación Técnica de Carreteras, Luis Alberto Solís Villa; y, el director técnico del Simposio y presidente del Comité de Túneles de la ATC, Rafael López Guarga.

Además de las ponencias, que se impartieron en las sesiones, y de las comunicaciones libres, se realizó una visita técnica a los túneles de Monrepós en la A-23 y a su centro de control.

La primera sesión trató sobre la sostenibilidad de los túneles de carretera y abordó temas como: la optimización de la explotación, las actividades de mantenimiento y los costes. Dentro de esta sesión se incluyó una ponencia impartida por el presidente de AMSTEIN, Urs Welte, bajo el título: "El túnel elemental", en la que realizó una interesante comparación entre un equipamiento elemental de los túneles con las últimas tendencias basadas en dotar a éstos de un equipamiento completo.

La segunda sesión analizó la mejora en la gestión, apoyándose



Acto de Inauguración del Simposio

en diversas experiencias en obras de túneles y en centros de control. También se expusieron las lecciones aprendidas de los simulacros de emergencia en el túnel de Somport y se abordó la eficiencia en la ventilación y la iluminación de los túneles.

La tercera sesión estuvo destinada a profundizar en los modelos de explotación y optimización de la red de transporte, presentando la travesía central de los Pirineos y la gestión de tráfico en el túnel de Bielsa. La cuarta sesión, por su parte, estudió los incendios y la seguridad de los túneles, mientras

que la eficiencia energética fue abordada en la sesión quinta.

En la sexta y última sesión del día 13 se planteó la importancia de formación y eficiencia de los recursos humanos. Esta sesión estuvo presidida por el subsecretario del Ministerio de Fomento, Mario Garcés. A lo largo de su intervención, destacó la importancia y la necesidad de un buen diseño en los túneles, sus instalaciones y equipamiento, de modo que la explotación y mantenimiento sean eficientes y óptimos. También mencionó que la mejora del posicionamiento de nuestro



El Simposio fue un éxito de asistencia con más de 550 congresistas



Visita técnica a los túneles de Monrepós en la A-23 y a su centro de control, organizado por la Demarcación de Carreteras de Aragón

país en los principales *rankings* e índices internacionales asociados a las infraestructuras de transporte, hace que las experiencias españolas en la explotación de túneles se implanten en otros países.

Por último, el secretario del Comité Técnico de Túneles de la ATC, Juan Manuel Sanz Sacristán, expuso las conclusiones más importantes del VI Simposio.

El acto de clausura estuvo presidido por la subdirectora general de Conservación de la Dirección Ge-

neral de Carreteras, Carmen Sánchez, acompañada por el director general de Carreteras del Gobierno de Aragón, Miguel Ángel Arminio, por el decano de la Demarcación de Aragón del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, José Javier Mozota Bernad, por el presidente de la ATC, Luis Alberto Solís Villa y por el director técnico del Simposio, Rafael López Guarga.

Estos tres días de Simposio han servido, una vez más, para establecer un enriquecedor intercam-

bio de experiencias e ideas entorno al equipamiento, explotación y conservación de los túneles de carretera y para verificar el gran nivel que las empresas y técnicos españoles tienen en esta materia.

## Conclusiones del VI Simposio

Se presentan a continuación las principales conclusiones del VI Simposio de Túneles en torno a los grandes temas abordados en él.

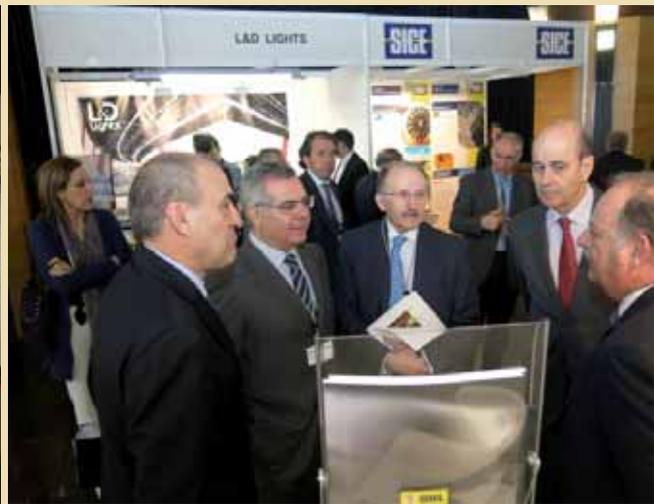
### Sostenibilidad

Se ha profundizado en el concepto de sostenibilidad aplicada a los túneles, en relación con las cuatro facetas que este concepto conlleva: adecuado funcionamiento en el tiempo, óptimo coste de ejecución y explotación, respeto al medioambiente y utilidad para la sociedad. Es decir, la sostenibilidad implica aspectos económicos, sociales y medioambientales.

El análisis de los distintos aspectos relacionados con la seguridad también ha tenido acogida, así como diversos casos prácticos de optimización del equipamiento, y los costes de explotación y de mantenimiento. Además se han presentado algunos avances tecnológicos



Exposición en una de las salas habilitadas para el desarrollo del Simposio



Inauguración de la Exposición Técnica, que contó con un total de 14 expositores, y que tuvo una gran aceptación entre los congresistas

que ya se han implantado, o se está en proceso de ello, para reducir el consumo de energía y los costes de explotación.

Se ha planteado cómo la apertura de nuevos túneles supone una mejora en la red de comunicaciones al servicio de la sociedad, así como las posibilidades que conllevarían la apertura de nuevas vías de comunicación, como podría ser la Travesía Central de los Pirineos, aunque en este caso sería ferroviaria.

Se ha realizado una completa exposición de las actividades del Comité Internacional de Túneles de PIARC, que está impulsando la sostenibilidad de los túneles de carretera, y la importancia de la participación del Comité Técnico de Túneles de la ATC en sus actividades.

### Seguridad

Se ha mostrado cómo la seguridad de los túneles está íntimamente ligada a la sostenibilidad, y ambos conceptos implican un servicio a la sociedad y a su desarrollo. Durante la celebración del Simposio se han revisado los grandes avances normativos, así como las continuas mejoras en el equipamiento y en los procedimientos aplicados al mantenimiento y a la

explotación, que permiten incrementar día a día la seguridad.

Se han repasado el equipamiento de diversos túneles, y las actuaciones llevadas a cabo para su adecuación a la normativa y para la mejora de la seguridad.

Diversas ponencias y presentaciones han explicado cómo la realización de simulacros periódicos en los túneles de carretera permite mejorar su seguridad y la eficacia en la respuesta de todas las partes implicadas en caso de incidencia.

También se ha expuesto la importancia que tiene la figura del Responsable de Seguridad para garantizar la seguridad del túnel, así como los Manuales de Explotación y los aspectos desarrollados en él: formación de los operadores de centros de control y del resto del personal implicado en el mantenimiento y explotación, planes de emergencia, simulacros, etc.

Algunas comunicaciones han presentado la seguridad de los túneles desde el punto de vista de



Almuerzo de trabajo en el Auditorio



El subsecretario del Ministerio de Fomento, Mario Garcés, a su llegada al Auditorio de Zaragoza, sede del Simposio



Acto de Clausura del VI Simposio de Túneles de Carretera

los bomberos y de los servicios de emergencia, permitiéndonos conocer mejor sus procedimientos de actuación y las particularidades que tiene su intervención.

## Optimización de equipamientos

La pregunta ¿qué se puede hacer con menos? ha tenido respuesta en la optimización del

equipamiento y de los medios disponibles en los túneles. Una herramienta importante para esta optimización son las inspecciones que se realizan periódicamente a todos los túneles y que permiten a la autoridad administrativa tener un completo conocimiento y valoración del estado de su patrimonio y poder así dirigir los recursos disponibles donde más se necesiten.

También la aprobación y aplicación de la nueva metodología de análisis de riesgo, aprobada por el Ministerio de Fomento, ha facilitado el análisis que distintas configuraciones y equipamientos pueden implicar sobre la seguridad de un túnel, de forma que se pueda conocer la solución más favorable y segura, y por tanto facilitar los análisis coste – beneficio.

Una medida para la optimización del equipamiento y de los medios disponibles es concentrar en un único Centro de Control los equipos y personal de distintos túneles. Esta configuración se ha explicado en diversas comunicaciones y se ha podido verificar *in situ* durante la visita técnica realizada a los túneles de Monrepós y a su Centro de Gestión.

## Eficiencia energética

Se han tratado diversas actuaciones y procedimientos llevados a cabo para la mejora de la eficiencia energética y la reducción del consumo, repasando los grandes avances tecnológicos que se están desarrollando en este sentido y haciendo hincapié principalmente en los dos sistemas que más potencia instalada y consumo requieren: la ventilación y el alumbrado. En este sentido, la irrupción de la tecnología led abre grandes posibilidades para obtener alumbrados confortables con gran eficiencia energética.

Se han presentado algunas soluciones novedosas y ejemplos de aplicación directa de proyectos de I+D+i, como la bóveda de transición lumínica que permite reducir el alumbrado de refuerzo en las bocas.

Asimismo se han tratado las posibilidades de reducción de costes de explotación mediante la optimización del contrato de suministro de energía. ❖

# Nuevo grupo de trabajo sobre análisis de ciclo de vida de los firmes



La Asociación Técnica de la Carretera no es ajena a las nuevas necesidades y exigencias de la sociedad, que abogan por un uso más eficiente y racional de los recursos, una actitud respetuosa con la naturaleza y el mantenimiento de las condiciones de lo que algunos han bautizado como “sociedad del bienestar”.

Por este motivo, y dada la notable contribución que puede hacer la carretera por la sostenibilidad, se ha creado recientemente un grupo de trabajo en el seno del Comité Técnico de Firmes al que se ha denominado “Análisis de Ciclo de Vida de los Firmes” (ACVF).

Entre sus objetivos generales merece destacar los siguientes:

- Constituir un foro neutral, objetivo e independiente, en el que las

administraciones de carreteras de los distintos ámbitos territoriales, los organismos y entidades públicas y privadas, las empresas y los técnicos interesados a título individual en las carreteras en España, puedan discutir libremente sobre los aspectos relacionados con el ACVF y sus costes (ACCVF).

- La promoción, estudio y patrocinio de iniciativas relacionadas con ACVF y ACCVF, que contribuyan a la sostenibilidad de las carreteras y de la circulación viaria, teniendo en cuenta el planteamiento, proyecto, construcción, explotación, conservación y rehabilitación de las carreteras y vías de circulación.

Y entre los objetivos más específicos pueden destacarse, entre otros:

- Informar a la sociedad sobre criterios y metodologías de Compra Pública Verde (CPV), así como sobre la legislación aplicable en estas cuestiones.
- Favorecer y fomentar la inclusión de los criterios de sostenibilidad en todas las etapas del ciclo de vida de los firmes de carreteras.
- Constituir el grupo de referencia sobre ACVF y ACCVF en España.

Los miembros de este grupo de trabajo, con una amplia experiencia en estos temas, publicarán próximamente una monografía que recogerá el estado del arte de la cuestión en aquellos países en los que su nivel de desarrollo es más avanzado, y que pretende establecer el camino a seguir en el futuro de la carretera en España. ❖

## Composición de la Junta Directiva de la Asociación Técnica de Carreteras

<b>PRESIDENTE:</b>	- D. Luis Alberto Solís Villa
<b>CO-PRESIDENTES DE HONOR:</b>	- D. Jorge Urrecho Corrales - D.ª María Seguí Gómez
<b>VICEPRESIDENTES:</b>	- D. José Luis Elvira Muñoz - D. José María Morera Bosch - D. Sandro Rocci Boccaleri - D. Pablo Sáez Villar
<b>TESORERO:</b>	- D. Pedro Gómez González
<b>DIRECTOR GENERAL Y SECRETARIO:</b>	- D. José María Izard Galindo



Asociación Técnica de Carreteras  
Comité nacional español de la Asociación Mundial de la Carretera



### VOCALES:

- Designados por el Ministerio de Fomento:
  - D. José Luis Elvira Muñoz
  - D. Carlos Bartolomé Marín
  - D.ª María del Carmen Sánchez Sanz
  - D.ª María del Carmen Picón Cabrera
  - D. José Manuel Cendón Alberte
- En representación de los órganos de dirección relacionados con el tráfico:
  - D.ª Mónica Colás Pozuelo
  - D. Jaime Moreno García-Cano
  - D.ª Garbiñe Sáez Molinuevo
- En representación de los órganos de dirección de las Comunidades Autónomas:
  - D. Luis Alberto Solís Villa
  - D. Iván Maestre Santos-Suárez
  - D.ª Margarita Torres Rodríguez
  - D. Xavier Flores García
  - D. Carlos Estefanía Angulo
- En representación de los órganos responsables de la vialidad en los municipios, ayuntamientos o empresas públicas:
  - D. Manuel Arnáiz Ronda
- Designados por los órganos de la Administración General del Estado con competencia en I+D+i:
  - D. Ángel Castillo Talavera
  - D. Antonio Sánchez Trujillano
- En representación de los departamentos universitarios de las escuelas técnicas:
  - D. Félix Edmundo Pérez Jiménez
  - D. Carlos Delgado Alonso - Martirena
- Representante de las sociedades concesionarias de carreteras:
  - D. Bruno de la Fuente Bitaine
  - D. Carlos Mijangos Gorozarri
- Representantes de las empresas de consultoría:
  - D. José Polimón López
  - D. Casimiro Iglesias Pérez
  - D. Juan Antonio Alba Ripoll
- Representantes de las empresas fabricantes de materiales básicos y compuestos de carreteras:
  - D. Aniceto Zaragoza Ramírez
  - D. Alberto Bardesi Orúe - Echevarría
  - D.ª Mercedes Aviñó Bolinches
  - D. Jaime Huerta Gómez de Merodio
- Representantes de las empresas constructoras de carreteras:
  - D. José Enrique Bofill de la Cierva
  - D. Juan José Potti Cuervo
  - D. José María Izard Galindo
- Representante de las empresas de conservación de carreteras:
  - D. Pablo Sáez Villar
- Representante de los laboratorios acreditados
  - D. Juan Mata Arbide
- Representantes de los Socios Individuales de la Asociación:
  - D. Roberto Alberola García
  - D. Sandro Rocci Boccaleri
  - D. Jesús Díaz Minguela
  - D. Enrique Soler Salcedo
- Entre los Socios de Honor:
  - D. José María Morera Bosch
  - D. Pedro Gómez González
  - D. Francisco Javier Criado Ballesteros

## Comités Técnicos de la Asociación Técnica de Carreteras

**Coordinador de los Comités Técnicos:** *D. José María Morera Bosch*

### COMITÉ DE VIALIDAD INVERNAL

- Presidenta *D.ª María del Carmen Sánchez Sanz*
- Presidente Adjunto *D. Luis Azcue Rodríguez*
- Secretaria *D.ª Lola García Arévalo*

### PUENTES DE CARRETERAS

- Presidente *D. Álvaro Navareño Rojo*
- Secretario *D. Gonzalo Arias Hofman*

### COMITÉ DE FINANCIACIÓN

- Presidente *D. Gerardo Gavilanes Ginerés*
- Vicepresidente *D. José María Morera Bosch*
- Secretario *D. José A. Sánchez Brazal*

### GEOTECNIA VIAL

- Presidente *D. Carlos Oteo Mazo*
- Secretario *D. Manuel Rodríguez Sánchez*

### CARRETERAS INTERURBANAS Y TRANSPORTE INTEGRADO INTERURBANO

- Presidente *D. Sandro Rocci Boccaleri*
- Secretario *D. Javier Sáinz de los Terreros*

### SEGURIDAD VIAL

- Presidente *D. Roberto Llamas Rubio*
- Secretaria *D.ª Ana Arranz Cuenca*

### TÚNELES DE CARRETERAS

- Presidente *D. Rafael López Guarga*
- Vicepresidente *D. Ignacio del Rey Llorente*
- Secretario *D. Juan Manuel Sanz Sacristán*

### CARRETERAS Y MEDIO AMBIENTE

- Presidente *D. Antonio Sánchez Trujillano*

### CONSERVACIÓN Y GESTIÓN

- Presidenta *D.ª María del Carmen Sánchez Sanz*
- Presidente Adjunto *D. Vicente Vilanova Martínez-Falero*
- Vicepresidente *D. Pablo Sáez Villar*

### CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

- Presidente *D. Andrés Costa Hernández*
- Secretaria *D.ª Paloma Corbí Rico*

### FIRMES DE CARRETERAS

- Presidente *D. Julio José Vaquero García*
- Secretario *D. Francisco José Lucas Ochoa*

# Socios de la Asociación Técnica de Carreteras

Los Socios de la Asociación Técnica de Carreteras son:

- Socios de número:
  - Socios de Honor
  - Socios de Mérito
  - Socios Protectores
  - Socios Colectivos
  - Socios Individuales
- Otros Socios:
  - Socios Senior
  - Socios Júnior

## Socios de Honor

D. ENRIQUE BALAGUER CAMPHUIS  
D. JOSÉ LUIS ELVIRA MUÑOZ  
D. FRANCISCO CRIADO BALLESTEROS  
D. SANDRO ROCCI BOCCALERI  
D. JOSÉ MARÍA MORERA BOSCH  
D. LUIS ALBERTO SOLÍS VILLA  
D. JORDI FOLLIA I ALSINA  
D. PEDRO D. GÓMEZ GONZÁLEZ

## Socios de Mérito

D. FRANCISCO ACHUTEGUI VIADA  
D. CARLOS OTEO MAZO  
D. ADOLFO GÜELL CANCELA  
D. ANTONIO MEDINA GIL  
D. CARLOS DELGADO ALONSO-MARTIRENA  
D. ALBERTO BARDESI ORUE-ECHEVARRIA  
D. RAFAEL LÓPEZ GUARGA  
D. ÁLVARO NAVAREÑO ROJO  
D.ª MERCEDES AVIÑÓ BOLINCHES  
D. FEDERICO FERNANDEZ ALONSO  
D. JUSTO BORRAJO SEBASTIÁN  
D. JESÚS RUBIO ALFÉREZ  
D. JESÚS SANTAMARÍA ARIAS

## Socios Protectores y Socios Colectivos

### Administración General del Estado

DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS. MINISTERIO DE FOMENTO  
DIRECCIÓN GENERAL DE TRÁFICO. MINISTERIO DEL INTERIOR  
DIRECCIÓN GENERAL DE PROTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIA. MINISTERIO DEL INTERIOR  
SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA. MINISTERIO DE FOMENTO

### Comunidades Autónomas

COMUNIDAD DE MADRID  
GENERALITAT DE CATALUNYA  
GOBIERNO DE ARAGÓN, DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS, URBANISMO, VIVIENDA Y TRANSPORTES  
GOBIERNO DE CANARIAS  
GOBIERNO DE CANTABRIA  
GOBIERNO DE EXTREMADURA. CONSEJERÍA DE FOMENTO, VIVIENDA, ORDENACIÓN DEL TERRITORIO Y TURISMO  
GOBIERNO DE NAVARRA  
GOBIERNO VASCO  
GOBIERNO VASCO. DIRECCIÓN DE TRÁFICO  
JUNTA DE ANDALUCÍA  
JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN  
JUNTA DE COMUNIDADES DE CASTILLA - LA MANCHA  
XUNTA DE GALICIA. CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE  
PRINCIPADO DE ASTURIAS

## Diputaciones Forales, Diputaciones Provinciales, Cabildos y Consells

EXCMA. DIPUTACIÓN FORAL DE ÁLAVA  
 EXCMA. DIPUTACIÓN FORAL DE BIZKAIA  
 EXCMA. DIPUTACIÓN DE BARCELONA  
 EXCMA. DIPUTACIÓN DE GIRONA  
 EXCMA. DIPUTACIÓN DE TARRAGONA  
 EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE ALICANTE  
 EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE ÁVILA  
 EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE HUESCA  
 EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE LEÓN  
 EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE SALAMANCA  
 EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE SEGOVIA  
 EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE SEVILLA  
 EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE VALENCIA  
 EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE VALLADOLID  
 EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE ZARAGOZA  
 CABILDO INSULAR DE TENERIFE  
 CABILDO DE GRAN CANARIA  
 CONSELL DE MALLORCA. DIRECCIÓN INSULAR DE CARRETERAS

## Ayuntamientos

AYUNTAMIENTO DE BARCELONA  
 MADRID CALLE 30

## Colegios Profesionales y Centros de investigación y formación

COLEGIO DE INGENIEROS TÉCNICOS DE OBRAS PÚBLICAS E INGENIEROS CIVILES  
 INSTITUTO CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA  
 CENTRO DE ESTUDIOS DEL TRANSPORTE, CEDEX  
 ESCUELA DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS DE BARCELONA. CÁTEDRA DE CAMINOS  
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA CIVIL

## Asociaciones

AGRUPACIÓN DE FABRICANTES DE CEMENTO DE ESPAÑA, OFICEMEN  
 ASOCIACIÓN DE EMPRESAS DE CONSERVACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS, ACEX  
 ASOCIACIÓN NACIONAL DE EMPRESAS CONSTRUCTORAS DE OBRA PÚBLICA, AERCO  
 ASOCIACIÓN DE FABRICANTES DE SEÑALES METÁLICAS DE TRÁFICO, AFASEMETRA  
 ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE FABRICANTES DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, ASEFMA  
 ASOCIACIÓN NACIONAL DE AUSCULTACIÓN Y SISTEMAS DE GESTIÓN TÉCNICA DE INFRAESTRUCTURAS, AUSIGETI  
 ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE EMPRESAS CONSTRUCTORAS DE ÁMBITO NACIONAL, SEOPAN  
 ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE EMPRESAS DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA Y SERVICIOS TECNOLÓGICOS, TECNIBERIA  
 ASOCIACIÓN TÉCNICA DE EMULSIONES BITUMINOSAS (ATEB)  
 FORO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EL TRANSPORTE, ITS ESPAÑA  
 FUNDACIÓN REAL AUTOMÓVIL CLUB DE CATALUÑA, RACC

## Sociedades Concesionarias

ABERTIS AUTOPISTAS ESPAÑA, S.A.  
ACCIONA CONCESIONES, S.L.  
CEDINSA CONCESSIONARIA, S.A.  
AP - 1 EUROPISTAS, CONCESSIONARIA DEL ESTADO, S.A.U.  
AUCALSA, AUTOPISTA CONCESSIONARIA ASTUR - LEONESA, S.A.  
AUDENASA, AUTOPISTAS DE NAVARRA, S.A.  
AUTOPISTAS DEL ATLANTICO, CONCESSIONARIA ESPAÑOLA, S.A.  
CONCESIONARIA VIAL DE LOS ANDES, S.A. (COVIANDES)  
SACYR CONCESIONES, S.L.  
TÚNEL D'ENVALIRA, S.A.  
TÚNELS DE BARCELONA I CADÍ, CONCESSIONÀRIA DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA, S.A.

## Empresas

3M ESPAÑA, S.A.  
ACCIONA INFRAESTRUCTURAS, S.A.  
ACCIONA INGENIERÍA, S.A.  
AECOM INOCSA, S.L.U.  
A. BIANCHINI INGENIERO, S.A.  
ACEINSA MOVILIDAD, S.A.  
AGUAS Y ESTRUCTURAS, S.A. (AYESA)  
ASFALTOS Y CONSTRUCCIONES ELSAN, S.A.  
ALAUDA INGENIERÍA, S.A.  
ALVAC, S.A.  
API MOVILIDAD, S.A.  
AUDECA, S.L.U.  
AZUL DE REVESTIMIENTOS ANDALUCES, S.A.  
BARNICES VALENTINE, S.A.U.  
BASF CONSTRUCTION CHEMICALS, S.L.  
BETAZUL, S.A.  
CARLOS FERNÁNDEZ CASADO, S.L.  
CEPSA - PRODUCTOS ASFÁLTICOS, S.A.  
CHM OBRAS E INFRAESTRUCTURAS, S.A.  
COMPOSAN PUENTES Y OBRA CIVIL, S.L.  
CLOTHOS, S.L.  
CYOPSA-SISOCIA, S.A.  
DRAGADOS, S.A.  
DINÁMICAS DE SEGURIDAD, S.L.  
EIFFAGE INFRAESTRUCTURAS, S.A.  
ELSAMEX, S.A.  
ESTEYCO, S.A.P.  
ETRA ELECTRONIC TRAFIC, S.A.  
EUROCONSULT, S.A.  
EUROESTUDIOS, S.L.  
FCC CONSTRUCCIÓN, S.A.  
FCC INDUSTRIAL E INFRAESTRUCTURAS ENERGÉTICAS, S.A.U.  
FERROSER INFRAESTRUCTURAS, S.A.  
FERROVIAL AGROMÁN, S.A.  
FHECOR INGENIEROS CONSULTORES, S.A.  
FIBERTEX ELEPHANT ESPAÑA, S.L. SOCIEDAD UNIPERSONAL  
FREYSSINET, S.A.  
GEOCONTROL, S.A.  
GEOTECNIA Y CIMENTOS, S.A. (GEOCISA)  
GETINSA INGENIERÍA, S.L.

GINPROSA INGENIERÍA, S.L.  
 GPYO INGENIERÍA Y URBANISMO, S.L.  
 HUESKER GEOSINTÉTICOS, S.A.  
 IKUSI - ÁNGEL IGLESIAS, S.A.  
 IMPLASER 99, S.L.L.  
 INCOPE CONSULTORES, S.L.  
 INDRA SISTEMAS, S.A.  
 INDUSTRIAL DE TRANSFORMADOS METÁLICOS, S.A. (INTRAME)  
 INES INGENIEROS CONSULTORES, S.L.  
 INGENIERÍA IDOM INTERNACIONAL, S.A.  
 INGENIERÍA Y ECONOMÍA DEL TRANSPORTE, S.A. (INECO)  
 INNOVIA COPTALIA, S.A.U.  
 INVENTARIOS Y PROYECTOS DE SEÑALIZACIÓN VIAL, S.L.  
 INVESTIGACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD, S.A. (INCOSA)  
 ISOLUX - CORSÁN, S.A.  
 JEROL VIAL, S.L.  
 KAO CORPORATION, S.A.  
 LRA INFRASTRUCTURES CONSULTING, S.L.  
 MATINSA, MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURAS, S.A.  
 OBRAS HERGON, S.A.U.  
 PAVASAL EMPRESA CONSTRUCTORA, S.A.  
 PAVIMENTOS BARCELONA, S.A. (PABASA)  
 PROBISA VÍAS Y OBRAS, S.L.U.  
 PROES CONSULTORES, S.A.  
 PROINTEC, S.A.  
 RAUROSZM.COM, S.L.  
 REPSOL LUBRICANTES Y ESPECIALIDADES, S.A.  
 RETINEO, S.L.  
 S.A. DE GESTIÓN DE SERVICIOS Y CONSERVACIÓN (GESECO)  
 S.A. DE OBRAS Y SERVICIOS (COPASA)  
 SENER, INGENIERÍA Y SISTEMAS, S.A.  
 SEÑALIZACIONES VILLAR, S.A.  
 SERBITZU ELKARTEA, S.L.  
 SOCIEDAD IBÉRICA DE CONSTRUCCIONES ELÉCTRICAS, S.A. (SICE)  
 SGS TECNOS, S.A.  
 TALHER, S.A.  
 TALLERES ZITRÓN, S.A.  
 TÉCNICA Y PROYECTOS, S.A. (TYPESA)  
 TECNIVIAL, S.A.  
 TECYR CONSTRUCCIONES Y REPARACIONES, S.A. (TECYRSA)  
 TELVENT TRÁFICO Y TRANSPORTE, S.A.  
 TENCATE GEOSYNTHETICS IBERIA, S.L.  
 TEVASEÑAL, S.A.  
 TRABAJOS BITUMINOSOS, S. L.  
 ULMA C Y E, SOCIEDAD COOPERATIVA  
 URBACONSULT, S.A.  
 VALORIZA CONSERVACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS, S.A.  
 VSL CONSTRUCTION SYSTEMS, S.A.  
 V.S. INGENIERÍA Y URBANISMO, S.L.  
 ZARZUELA, S.A. EMPRESA CONSTRUCTORA

## Socios Individuales

Personas físicas (69) técnicos especialistas de las administraciones públicas; del ámbito universitario; de empresas de ingeniería, construcción, conservación, de suministros y de servicios; de centros de investigación; usuarios de la carretera y de otros campos relacionados con la carretera. Todos ellos actuando en su propio nombre y derecho.

# RUTAS

REVISTA DE LA ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS



Asociación Técnica de Carreteras  
Comité nacional español de la Asociación Mundial de la Carretera



Si quiere suscribirse por un año a la revista **RUTAS** en su edición impresa y digital, cuyo importe (I.V.A. no incluido) es de 60,10 € para socios de la ATC y 66,11 € para no socios, rellene sus datos en el formulario de abajo y envíelo por Fax o por correo postal a la sede de la Asociación:

**C/ Monte Esquinza, 24, 4.º Dcha. 28010 Madrid.**

Si quiere anunciarse en la revista **RUTAS** póngase en contacto con:  
Ediciones Técnicas PAUTA. Tel.: 915 537 220  
**publicidad@edicionespauta.com**



Para más información:  
puede dirigirse a:

**Asociación Técnica de Carreteras**  
Tel.: 913082318 Fax: 913082319  
info@atc-piarc.com  
www.atc-piarc.com

Desde este link [http://www.atc-piarc.com/rutas\\_digital.php](http://www.atc-piarc.com/rutas_digital.php), podrá consultar los artículos de la revista *Rutas*, así como los de otras publicaciones, Congresos y Jornadas que organiza la ATC

Forma de pago:

- Domiciliación bancaria CCC nº \_\_\_\_\_  
 Transferencia al número de cuenta: 0234 0001 02 9010258094

Nombre

Empresa  NIF

Dirección  Teléfono

Ciudad  C.P.  e-mail

Provincia  País

Fecha  Firma

# REVISTA RUTAS DIGITAL



[www.atc-piarc.com](http://www.atc-piarc.com)

La revista Rutas también se distribuye a través de la página web del Comité Nacional Español.

Navega por nuestros números y artículos:

- Descarga los tres últimos números de la revista si eres suscriptor en Rutas Online.
- Accede a los artículos de la revista, desde su primera edición en 1986, de manera sencilla y gratuita (los dos últimos años solo para suscriptores).  
Gracias a nuestro buscador avanzado en Rutas Digital



**Asociación Técnica  
de Carreteras**

Comité nacional español de la  
Asociación Mundial de la Carretera





## Autovía Mudéjar A-23. Tramo: Caldearenas-Lanave

**Ferrovial Agroman** participa en la construcción del tramo Caldearenas-Lanave de la Autovía Mudéjar A-23 (Huesca) que recorre la cara Norte del puerto de Monrepós, desde su cumbre (cota 1.280 m) hasta el río Guarga (cota 715 m).

El proyecto contempla la construcción del **túnel "Monrepós 8" de 395 metros** de longitud y la renovación del túnel de "Monrepós 6" de 609 m de longitud.

En este tramo se construyen **tres viaductos**, el del barranco Fontanal de 465 m, el barranco Atos de 220 m **y el más singular, de 350 m. de longitud**, que cruza un espacio medioambientalmente protegido (LIC) **sobre el cauce del río Guarga.**