

# RUTAS

Nº 157  
OCTUBRE  
DICIEMBRE  
2013



REVISTA DE LA ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS  
Comité Nacional de la Asociación Mundial de la Carretera

ISSN 1130-7102  
Revista Trimestral



## EN PORTADA:

Entrevista a D<sup>a</sup> Carmen Sánchez Sanz, Subdirectora General de Conservación. Ministerio de Fomento

## EVENTOS ATC



XIII Jornadas de Conservación de Carreteras

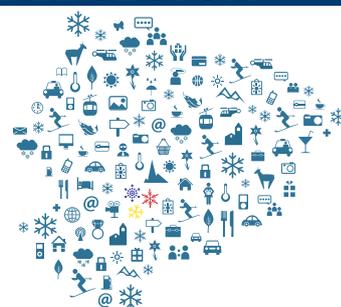
Madrid, 22 y 23 de octubre

## RUTAS TÉCNICA



Granallado de carreteras  
Acerca de los Indicadores Operacionales, o de Vialidad  
Análisis histórico y actual de las soluciones dadas a las crisis de las sociedades concesionarias de autopistas de peaje

## ACTIVIDADES DEL SECTOR



XIV CONGRESO  
INTERNACIONAL DE VIALIDAD INVERNAL  
del 4 al 7 de febrero del 2014





# Vialidad invernal en tiempos de crisis



## XIV CONGRESO

INTERNACIONAL DE VIALIDAD INVERNAL

del 4 al 7 de febrero del 2014



## Tribuna Abierta

- 03** XIII Jornadas de Conservación de Carreteras  
Vicente Vilanova

## En Portada

- 04** Entrevista a D<sup>a</sup>. Carmen Sánchez Sanz  
Subdirectora General de Conservación. Ministerio de Fomento

## Rutas Técnica

- 10** Granallado de carreteras. Un tratamiento eficaz aplicable como solución de bajo coste para la restitución de la resistencia al deslizamiento del firme  
*Road shotblasting. An effective treatment applicable as a low cost solution to increase the pavement skid resistance*  
José Félix Grande de la Iglesia, Tomás Ripa Alonso y Álvaro Gutiérrez González
- 20** Acerca de los Indicadores Operacionales, o de Vialidad  
*Concerning Operational Indicators, or Road Operations*  
Carlos Casas Nagore
- 32** Análisis histórico y actual de las soluciones dadas a las crisis de las sociedades concesionarias de autopistas de peaje  
*Historical and current analysis of the solutions given to the crises in the spanish toll road companies*  
Joaquín Prior Perna

## Rutas Divulgación

- 54** Análisis comparativo del ciclo de vida medioambiental de elementos de contención fabricados en acero-madera y acero-composite para carreteras de alta montaña

## Eventos ATC

- 62** XIII Jornadas de Conservación de Carreteras.  
Madrid, 22 y 23 de octubre de 2013
- 70** II Curso de Firmes, Materiales, Diseño y Rehabilitación
- 72** Curso de Experto Profesional en Conservación Geotécnica de Obras Vieras
- 74** Curso de Experto en el Software Sistema de Gestión y Desarrollo de Carreteras (HDM 4)
- 76** Javier Martínez Cañamares gana el II Premio Jóvenes Profesionales
- 77** D. Rafael López Guarga, D. Álvaro Navareño y D<sup>a</sup> Mercedes Aviñó reciben la Medalla de Mérito de la ATC

## Actividades del sector

- 79** Los profesionales de la seguridad vial y el equipamiento de carreteras se dan cita en TRAFIC 2013
- 82** Congreso Internacional de Vialidad Invernal Andorra 2014

## Socios ATC

- 88** El 50 aniversario del primero de los túneles de la AP- 6
- 92** La Asociación Técnica de Carreteras tiene 157 socios colectivos y protectores





**asociación técnica  
de carreteras**  
comité español de la  
asociación mundial de la carretera



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

UNIVERSIDAD DE GRANADA  
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 de Redacción:**

**Presidente:**  
**Roberto Alberola García**

**Directora:**  
**Belén Monercillo Delgado**

Miembros del Comité de Redacción:

José Alba García	Tecniberia
Alfredo García García	Universitat Politècnica de València
Oscar Gutiérrez-Bolívar Álvarez	Centro de Estudios del Transporte CEDEX, Ministerio de Fomento de España
Federico Fernández Alonso	Dirección General de Tráfico, Ministerio del Interior de España
Jaime Huerta Gómez de Merodio	Foro de Nuevas Tecnologías en el Transporte, ITS
José María Izard Galindo	AERCO
Carlos Oteo Mazo	Catedrático de Ingeniería del Terreno
Hernán Otoniel Fernández Ordóñez	HOF Consultores
Clemente Poon Hung	Dirección General de Servicios Técnicos, Subsecretaría de Infraestructura de México
Sandro Rocci	Universidad Politécnica de Madrid
Manuel Romana García	Universidad Politécnica de Madrid
Julio José Vaquero García	Dirección General de Carreteras, Ministerio de Fomento de España

Revisores adicionales:

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

Edición:  
Directora:  
Belén Monercillo Delgado  
Redacción y Maquetación:  
Mª José Sánchez Gómez de Orgaz  
Victor Domingo Encinas

Redacción, Diseño, Producción,  
Gestión Publicitaria y Distribución:  
ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS  
comites@atc-piarc.com

Publicidad:  
ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS  
Tel.: 913 082 318 ♦ comites@atc-piarc.com

Foto Portada:  
Mª José Sánchez Gómez de Orgaz

Arte Final e Impresión:  
Diseño Gráfico A2colores  
Tel.: 914 308 228 ♦ info@a2colores.es  
c/ López Grass, 2 ♦ 28038 Madrid

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 Revista Rutas desde 1986, año de su creación, es la revista editada por la Asociación Técnica de Carreteras, Comité Español de la Asociación Mundial de la Carretera.

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 157 OCTUBRE - DICIEMBRE 2013

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

Se han celebrado los días 22 y 23 de octubre pasado las XIII Jornadas de Conservación de Carreteras. Han pasado más de tres años desde la celebración de las jornadas anteriores, probablemente debido a los importantes cambios producidos en este tiempo en el Gobierno de la Nación y que han exigido un tiempo de acoplamiento. La Conservación no ha sido ajena a la crisis, como todos podemos ver y comprobar durante estos años se han producido importantes cambios en las políticas de conservación de carreteras que cada vez han sido más restrictivas. Si en las anteriores jornadas el lema era la eficiencia en la conservación, ahora se ha hecho especial hincapié en la mejora de la gestión y de los procedimientos, en un intento de considerar la carretera como un activo que debe ser gestionado eficientemente. Es importante mantener este punto de vista porque no hay que olvidar que la conservación de carreteras debe estar siempre fundamentada en unos niveles de servicio que hay que ofrecer y mantener al ciudadano que circula por nuestras carreteras. Estos niveles de servicio están basados en una circulación cómoda y segura y suponen un compromiso del Estado para con los Ciudadanos.

Al mismo tiempo hemos de tener en cuenta también el principio de mantener el patrimonio viario en unas condiciones físicas adecuadas y también modernizado. Es el momento de aplicar en profundidad los sistemas de gestión disponibles (vialidad, conservación ordinaria, firmes, obras de paso, obras de tierras, señalización etc.) planificando a corto y medio plazo las actuaciones necesarias en conservación, evitando las grandes fluctuaciones que se están produciendo en los últimos años. Estos sistemas de gestión, de carácter eminentemente técnico, deberían servir para justificar ante los responsables la inversión necesaria en conservación y seguridad vial.

El Director General de Carreteras en su intervención inicial en las jornadas destacó los esfuerzos que ha realizado la Dirección General para pagar todas las deudas anteriores existentes y para modificar el actual modelo de conservación con la finalidad de conseguir liberar fondos para poder hacer frente a la conservación extraordinaria, especialmente la rehabilitación de firmes donde ya se han comenzado a licitar los tres primeros contratos. Estas decisiones son importantes y requieren un gran esfuerzo por parte de la Administración y de las empresas, pero con los actuales importes de inversión destinados al capítulo 453C no será posible alcanzar los niveles adecuados de mantenimiento, rehabilitación y modernización que exige la red en la actualidad. A pesar de todo ello afortunadamente tenemos algunos resultados positivos, debidos probablemente a otros factores inherentes a la crisis, que son la disminución importante en los índices de peligrosidad y mortalidad que se sitúan en valores de 9,8 y 0,4 respectivamente.

A pesar de la situación actual y pasada, el trabajo técnico desarrollado en el transcurso de los últimos años no ha sido parvo y baldío. Cada vez se está más cerca de países

con sistemas de gestión avanzados como Reino Unido y Holanda. Sólo hace falta que este esfuerzo técnico a favor de la carretera se vea recompensado con la misma actitud por parte de los responsables políticos de la inversión.

A continuación analizaremos someramente el contenido de las sesiones de las XIII Jornadas de Conservación y que son la prueba del trabajo desarrollado por el equipo técnico de la Dirección General de Carreteras y de su gran capacidad de adaptación a las circunstancias cambiantes.

La Primera Sesión estaba destinada a explicar el nuevo modelo de Contratos de Conservación y también a explicar el futuro del sistema de gestión de la conservación integral: inventarios, indicadores operacionales y catálogo de operaciones.

En la segunda sesión las ponencias se centraron en cómo abaratar los costes de conservación: Nota de Servicio de Firmes, actuaciones de eficiencia energética y análisis de costes históricos.

La tercera sesión se dedicó a la nueva normativa de la Dirección General de Carreteras en la que se habló de la nueva norma de señalización vertical; de la metodología aprobada para análisis de riesgos en túneles; de la normativa para sistemas de contención y de las recomendaciones de iluminación a cielo abierto y túneles, finalizando con una explicación de la nueva guía para el proyecto y ejecución de obras de señalización horizontal, resultado de los múltiples ensayos realizados durante los últimos años.

La sesión cuarta se destinó a los sistemas de gestión de Seguridad Vial comenzando por la O.C. 30/2012 (que determina las directrices para la Gestión de la Seguridad en la Red de Carreteras del Estado), continuando con la nueva definición de TCAs y TAPM y con la explicación de las nuevas auditorías e inspecciones. Esta sesión se vio complementada con las recomendaciones para la redacción de proyectos de seguridad vial y con el análisis de la base de datos de incidentes en los túneles de la Red del Estado.

La quinta y última sesión analizó la pasada campaña de vialidad invernal y explicó los nuevos sistemas de gestión de la vialidad invernal actualmente implementados en la Dirección General de Carreteras y también los que se prevén en un futuro (mapas térmicos de la carretera, mejora de predicciones etc.) dando un repaso a las actuaciones del Comité Técnico Internacional de la AIPCR. En esta sesión se aprovechó para presentar el próximo Congreso Internacional de Vialidad Invernal que se celebrará en Andorra en febrero de 2014.

Finalmente, y como conclusión, debemos seguir defendiendo a toda costa la calidad de la conservación y dotarla de sistemas que eviten que esté supeditada al vaivén coyuntural. Ello solo podrá conseguirse mediante un compromiso con los ciudadanos de forma que sean estos los que conozcan y exijan su nivel de servicio y no como hasta ahora que cualquier restricción ha quedado absorbida por el "buen hacer" de los Ingenieros de la Administración con la asunción de riesgo que ello podría llegar a suponer.



Entrevista a

## D<sup>a</sup>. Carmen Sánchez Sanz

### Subdirectora General de Conservación.

### Ministerio de Fomento

La Redacción

D<sup>a</sup>. Carmen Sánchez Sanz trabajó en el ámbito ferroviario, en el sector privado desde 2001 hasta 2007, fecha en la que ingresó en la Dirección General de Carreteras como Ingeniero de Caminos Canales y Puertos del Estado. Sus primeros destinos fueron la Demarcación de Carreteras de La Rioja y la Subdirección General de Construcción. En febrero de 2010 fue nombrada Jefe de Gabinete del Director General de Carreteras y desde junio

de 2012 es Subdirectora General de Conservación.

**¿Cómo se estructura la Subdirección General de Conservación del Ministerio de Fomento y qué tareas desempeña?**

Las competencias de la Subdirección General de Conservación se definen en el Real Decreto por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del Ministerio de

Fomento y son:

- La conservación, el mantenimiento y la rehabilitación del patrimonio vial.
- La gestión de la calidad del servicio vial y la vialidad invernal.
- La elaboración, seguimiento, supervisión y control de los anteproyectos y proyectos de conservación, rehabilitación de firmes y de seguridad vial para la realización de obras en carreteras estatales.
- La gestión y control técnico y económico de la construcción y de

la calidad de las obras de seguridad vial, conservación y rehabilitación de la red vial, así como el seguimiento técnico y el control económico de las obras y sus incidencias.

- La gestión y seguimiento de las concesiones de carreteras sin pago directo del usuario, desde el momento de su puesta en servicio, en coordinación con la Subdelegación del Gobierno en las Sociedades Concesionarias de Autopistas Nacionales de Peaje.

Para desarrollar estas competencias, y en coordinación con las Demarcaciones de Carreteras y Unidades Provinciales, la Subdirección cuenta en la actualidad con 29 personas distribuidas en cuatro áreas competenciales: proyectos y obras; elementos singulares (firmes, estructuras, túneles, señalización...) y obras de emergencia; autovías de primera generación y conservación integral.

### ¿Qué balance puede hacer desde que detenta el cargo?

A mi juicio, que obviamente es subjetivo, podemos estar satisfechos del trabajo desarrollado en la Subdirección en este año y medio. En ocasiones ha sido una labor administrativa, de puesta al día de numerosos expedientes, y que ha sido necesaria para liberar crédito y así licitar algunos contratos imprescindibles para el mantenimiento de la red. En particular se han adjudicado recientemente 32 contratos de conservación integral, por un importe de 410 millones de euros. También resulta relevante la licitación de 44 contratos de consultoría y asistencia por importe de 35 millones de euros, ya que desde 2009 no había sido posible acometer este tipo de contrataciones. Durante los próximos meses se dará continuidad a estas licitaciones de conservaciones integrales y a las actuaciones de rehabilitación de firmes, que recientemente se han adjudicado.

### ¿Qué actuaciones destacaría de las que se están llevando a cabo en esta Subdirección actualmente?

Además de las labores propias de la Subdirección, y de aquellas actuaciones que tienen más visibilidad hacia el exterior, como pueden ser las licitaciones o la ejecución de obras, entre las actuaciones de carácter interno que se están acometiendo en la actualidad, me gustaría destacar el análisis de las herramientas informáticas. Los expedientes que se gestionan son muy numerosos y diferentes entre sí: contratos de obras, contratos de servicios, contratos concesionales de autovías de primera generación... Necesitamos sistemas de gestión potentes, que nos permitan analizar y disponer de todos los datos, tanto en la Subdirección como en las Demarcaciones, Unidades y Centros de Conservación. Es el momento de resolver

## “Durante los próximos meses se dará continuidad a licitaciones de conservaciones integrales y a las actuaciones de rehabilitación de firmes, que recientemente se han adjudicado”

esta asignatura pendiente, pero no es un tema inmediato ni sencillo, ya que en estos años se han ido implantando distintos desarrollos que conviven y que en algunos casos se solapan.

En la presentación de los presupuestos del Ministerio de Fomento para este año 2013, la Ministra de Fomento Dña. Ana



Pastor anunciaba el establecimiento de un nuevo modelo de conservación caracterizado por una mayor flexibilidad en medios materiales y humanos; entre otras particularidades. ¿En qué han consistido entonces este tipo de actuaciones? ¿Cómo ha afectado la deuda de Fomento y, como consecuencia la disminución del presupuesto de este departamento, al área de Conservación?

Efectivamente en los últimos 32 contratos licitados se han introducido algunas modificaciones tanto en el aspecto técnico como en el de la contratación. En primer lugar se pretende reducir el número de sectores, con el objetivo de conseguir economías escalas y buscando una mayor homogeneidad en el tamaño y características de los contratos. Se flexibilizan algunos aspectos de la ejecución del contrato, como son los relacionados con las exigencias de disponer de maquinaria nueva por parte del contratista, o la dedicación exclusiva de personal en algunas operaciones, pudiendo destinarse éste eventualmente a otras tareas, cuando no sea

necesario en operaciones de vialidad. En aras a conseguir la amortización de la maquinaria requerida en los contratos, se ha definido como plazo de los mismos, el máximo previsto por la ley, es decir cuatro años prorrogables durante dos más.

En cuanto al aspecto administrativo, se procedió a la elaboración de nuevos Pliegos de Cláusulas Administrativas Particulares para entre otras cosas, aumentar la objetividad del procedimiento de adjudicación, elevando la ponderación de los criterios objetivos (oferta económica) frente a los criterios cualitativos (oferta técnica). Asimismo, se ha suprimido la posibilidad de incluir “mejoras” en las ofertas, es decir, aquellos servicios ofertados por el contratista, por encima de los requeridos en el Pliego y sin coste para la Administración. Esta supresión tiene entre otros los siguientes efectos positivos: dedicar todos los recursos disponibles a los objetivos del contrato, y proporcionar mayor transparencia y eliminar un elemento cualitativo que, al no estar fijado o determinado por la Administración en la convocatoria del concurso sino por cada uno de los proponentes, estaba sometido a una cierta subjetividad a la hora de valorar las diferentes ofertas.

**¿De qué forma está afectando la crisis económica actual a la Subdirección de Conservación? Con el panorama actual ¿Cuáles son las perspectivas para el año que viene?**

El presupuesto de conservación en 2014 es de 818 millones de euros. El importe de los contratos de conservación integral permite que se mantengan con esta dotación los servicios necesarios para el mantenimiento de la vialidad en nuestra red de carreteras y se priorizarán frente al resto las actuaciones de rehabilitación de firmes. Continuarán también las obras que se encuentran en marcha.

**Históricamente, la conservación no ha tenido, como algunos Ingenieros señalan, la atención necesaria a lo largo del tiempo, a pesar de los continuos esfuerzos que se han realizado. ¿Cree que en estos momentos sí la tiene? ¿Se debe sólo a causas económicas? ¿Qué medidas tendrían que adoptarse para mejorar esta situación?**

En los últimos años el Ministerio de Fomento ha venido realizando una inversión muy importante para ofrecer a los ciudadanos una red de carreteras de gran calidad, y que garantice la accesibilidad al territorio, al mismo tiempo que se mantenía la cada vez más extensa red en servicio, de una forma discreta y con escasa relevancia mediática. Sin embargo, la economía no es la única causa que pone el foco en la conservación de carreteras, también hemos de ser conscientes de que la red actual ha alcanzado su madurez, hemos superado definitivamente el modelo radial, y aunque aún quedan pendientes algunas actuaciones, su alcance no podrá igualar al de años anteriores: Es el momento de conservar y de consolidar definitivamente la tendencia de los últimos años, en los que el presupuesto de carreteras se distribuye a partes iguales entre conservación y construcción.

**En etapas anteriores se planteaba, como objetivo, destinar el 2% del valor patrimonial de nuestras carreteras a conservación. ¿Cuál es el objetivo que se baraja actualmente?**

Es cierto que se baraja habitualmente este valor como referencia, sin embargo habría que comenzar diciendo que ni siquiera existe un consenso técnico en el cálculo del valor patrimonial de una red, por lo que quizás deberíamos profundizar en este tema. La Dirección General de Carreteras tiene en cuenta la edad de los distintos elementos de la red, si bien

determina las necesidades de inversión en base a la comprobación del estado de los distintos elementos

**“Es el momento de conservar y de consolidar definitivamente la tendencia de los últimos años, en los que el presupuesto de carreteras se distribuye a partes iguales entre conservación y construcción”**

(firmes, obras de paso, señalización...), mediante la medición de parámetros característicos o la realización de inspecciones periódicas.

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

Efectivamente el mantenimiento de la Vialidad Invernal es una de las cuestiones más sensibles que atañe a esta Subdirección. Antes decíamos que hasta ahora, las tareas de conservación han sido poco relevantes a nivel mediático, sin embargo esto sólo es cierto siempre y cuando no se produzcan problemas. El trabajo que desempeñan los profesionales encargados de retirar la nieve, y de evitar que se forme hielo en la calzada, trabajando en condiciones muy duras, con frío, de noche, y a veces con una

mínima visibilidad tiene escaso reconocimiento.

Hay que tener en cuenta que si un día se produce una nevada en plena hora punta, es inevitable que se formen congestiones, no olvidemos que se producen a diario sin que sea necesaria ninguna incidencia. En cualquier caso, tenemos que poner en valor este trabajo, y en este sentido me gustaría hacer un breve balance de la campaña anterior, en la que se realizaron un total 42.294 tratamientos preventivos, 5.979 tratamientos curativos y sólo se produjeron 6 situaciones de bloqueo, en una red que soporta más del 50% del volumen total del tráfico.

En los últimos años se ha ofrecido a los ciudadanos un nivel de servicio de gran calidad, se ha aumentado el parque de quitanieves, la capacidad de almacenamiento de sal y el personal dedicado a estas tareas. Disponemos de unos recursos bien dimensionados, y en estos momentos estamos analizando otras medidas que nos permitan una mayor eficiencia: mejora de recorridos de las quitanieves mediante la colocación de silos en puntos estratégicos del recorrido, fomento del uso de salmueras frente a la sal sólida en los tratamientos preventivos, camiones con mayor capacidad y con cuchillas que limpian dos carriles en lugar de uno, utilización de estaciones meteorológicas que ofrecen datos más precisos o utilización de aspersores de fundentes (en tableros de viaductos, zonas de umbría...).

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

Se ha finalizado ya la redacción de la norma de señalización vertical (8.1.-I.C.), y una vez finalizado el trámite de informe de la Unión Europea, en el que se encuentra actualmente, podrá ser aprobada.

En materia de señalización turística, supone también una novedad la firma de un nuevo acuerdo entre



la Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda y la Secretaría de Estado de Turismo. Mediante el mismo, se autoriza la señalización de 200 nuevos destinos turísticos en España, a propuesta de las Comunidades Autónomas, y siempre que cumplan los criterios establecidos. Desde que en 1998 se suscribió el anterior convenio, y se acordaron los destinos a señalar, no había sido posible la colocación de nuevas señales SISTHO.

También se han elaborado las Recomendaciones de Iluminación (tanto a cielo abierto como en túneles), que recogen medidas de eficiencia energética, para conseguir por un lado un sistema medioambientalmente más sostenible, y por otro una reducción de costes y que pretendan ser una guía en un as-

pecto en el que el sector carretero no ha sido prioritario hasta la fecha.

**Es un hecho que las acciones de conservación afectan positivamente a la seguridad vial, ¿en qué sentido se tiene en cuenta esto dentro de la Subdirección General de Conservación?**

Todas las actuaciones de la Dirección General de Carreteras mejoran las condiciones de seguridad vial, y parece razonable decir que los datos de reducción de siniestralidad, a pesar incluso de la disminución de la inversión, lo avalan. En particular las actuaciones de la Subdirección de Conservación, pretenden por un lado que los elementos de la carretera recuperen las condiciones que

se hayan deteriorado por el paso del tráfico, y por otro mejorar las mismas. En esta línea se acometen mejoras de trazado, rectificaciones de curvas, o reordenaciones de accesos, actuaciones estas que en algunos casos requieren una inversión importante. Sin embargo no hay que olvidar que en caso de accidente, son los responsables de la conservación integral y los agentes de tráfico, los primeros en llegar al lugar del suceso, y conocen de primera mano las circunstancias en las que se ha producido el mismo. Por ello son frecuentes los casos en los cuales los propios responsables de la conservación integral y los Jefes de Unidad de Carreteras, proponen actuaciones, en algunos casos de bajo coste, para mejorar las características de determinados tramo.

**¿Qué le parece la labor que realizan asociaciones de carreteras como la ATC (Asociación Técnica de Carreteras) y en concreto esta, que es a su vez el Comité Nacional de la Asociación Mundial de la Carretera?**

La ATC fomenta la puesta en común y el debate técnico entre las empresas privadas y administraciones públicas. Por otra parte, en la medida en que la ATC es el Comité Nacional de la AIPCR, permite la transferencia de experiencias a nivel mundial. Existen tanto en el ámbito nacional como en el internacional distintos grupos de trabajo, que analizan a nivel técnico y económico, cuestiones que resultan relevantes precisamente porque nos ocupan todos los días. En todos ellos participan reconocidos profesionales del sector, y por supuesto compañeros de la Dirección General de Carreteras y resulta enriquecedor conocer las soluciones que se aplican en otros países a problemas comunes. Así que en mi opinión la labor de la ATC es muy útil y necesaria.

**Como Presidenta de dos Comités Técnicos dentro de la Asociación Técnica de Carreteras, el de Vialidad Invernal y el de Conservación, ¿qué espera conseguir o qué conclusiones cree que se sacarán a partir del trabajo desarrollado en ellos?**

Bueno, a priori no se puede decir qué conclusiones se obtendrán de estos dos comités, si bien no me cabe duda de que el estudio y análisis que llevarán a cabo entre 2013 y 2015 los profesionales que participan en los mismos, aportará mejoras relevantes. En el caso del de vialidad invernal, que coordina Luis Azcue Rodríguez (Jefe de Servicio de la Subdirección General de Conservación), el objetivo fundamental consiste en estudiar los aspectos que puedan traducirse en una me-

invernal y uso eficiente de recursos, gestión de crisis ante situaciones de nevada en zonas de alta sensibilidad social y por último, técnicas y tecnologías para el control de la nieve y el hielo y la operatividad de los sistemas de información.

En cuanto al Comité de Conservación, dirigido por Vicente Vilanova Martínez-Falero (Coordinador de Seguridad Vial en la Demarcación de Carreteras del Estado en Madrid), tiene como objetivo primordial analizar la situación actual y futura de la conservación, buscando una mejor gestión de los recursos, que pasa por optimizar las operaciones de conservación, implementar sistemas de ahorro en gastos no operativos como puedan ser los consumos de energía, o la implementación de sistemas de gestión a nivel nacional.

**¿Qué opinión le merecen las Jornadas que organiza la ATC, sobre diversos aspectos de interés para el sector, especialmente, las últimas XIII Jornadas de Conservación de Carreteras del 22 y 23 de octubre de 2013?**

Considero que las Jornadas y cursos que organiza la ATC son muy interesantes a nivel técnico, puesto que permiten a los profesionales actualizarse y mejorar su formación, y ofrecen una alternativa para aquellas personas que deseen redirigir su curriculum hacia áreas en las que no hayan desarrollado su trabajo. En particular, las Jornadas de Conservación de Carreteras, creo que han sido especialmente productivas, debido en parte a que ya hacía 3 años desde las anteriores, y el sector ha podido encontrar un foro de debate para las cuestiones comunes. Aprovecho también para recordar que en el mes de febrero se celebrará en Andorra el Congreso de Vialidad Invernal, por lo que desde aquí animo a todo el que quiera a que participe en el mismo. ❖

**“Creo que las Jornadas de Conservación de Carreteras han sido especialmente productivas, debido en parte a que ya hacía 3 años desde las anteriores, y el sector ha podido encontrar un foro de debate para las cuestiones comunes”**

jora de las condiciones de seguridad y confortabilidad en la circulación en época invernal. Para ello se han creado tres grupos de trabajo, coincidentes con los del comité internacional: sostenibilidad de la vialidad

LAS CARRETERAS HECHAS  
CON BETUNES **ELASTER** AÚN ESTARÁN AHÍ  
CUANDO YA NO SEAN NECESARIAS.



**PROAS PRESENTA ELASTER, SU NUEVA GAMA DE  
BETUNES MODIFICADOS CON POLÍMERO.**

Tecnología punta aplicada al Betún para que tus carreteras  
sean más seguras, ecológicas y longevas.

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

**PROAS**

Innovando para ti

# Granallado de carreteras

## Un tratamiento eficaz aplicable como solución de bajo coste para la restitución de la resistencia al deslizamiento del firme



### Road shotblasting

An effective treatment applicable as a low cost solution to increase the pavement skid resistance

**José Félix Grande de la Iglesia**  
Ingeniero Técnico  
AVANTEC Infraestructuras, S.A.

**Tomás Ripa Alonso**  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
LRA Infrastructures Consulting, S.L.

**Álvaro Gutiérrez González**  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
LRA Infrastructures Consulting, S.L.

### Resumen

Para que la conducción por carretera sea cómoda y segura es necesario que el firme presente ciertas características superficiales, especialmente de resistencia al deslizamiento.

Esto se consigue mediante una adecuada adherencia neumático-pavimento, que a su vez depende principalmente de la microtextura y macrotextura del firme. Para medir la resistencia al deslizamiento normalmente se utilizan dos indicadores: coeficiente de rozamiento transversal (CRT) y profundidad media de textura (MTD).

La disminución de estos indicadores a lo largo del tiempo por la acción del tráfico hace que en un determinado momento haya que llevar a cabo actuaciones para llevarlos de nuevo a valores similares a los registrados en la puesta en servicio de la carretera, aumentando así la seguridad vial. Para ello, una de las soluciones más utilizadas es el extendido de microaglomerados en frío en firmes bituminosos o mezclas bituminosas en caliente en firmes de hormigón.

Debido a la actual coyuntura económica es necesario recurrir a soluciones de bajo coste, tales como el granallado, que por las ventajas que presenta es una solución idónea para resolver problemas puntuales de resistencia al deslizamiento, que a su vez reducen la seguridad vial.

El objeto de este artículo es describir brevemente la técnica del granallado y exponer los resultados que se obtienen para distintos tipos de rodaduras, tanto bituminosas como de hormigón.

**PALABRAS CLAVES:** Seguridad vial, granallado, resistencia al deslizamiento, microtextura, macrotextura, coeficiente de rozamiento transversal (CRT).

### Abstract

The Road pavement must achieve certain surface characteristics, specially those related to skid resistance for a comfortable and safe driving.

This is achieved through a suitable tyre-pavement adherence, which mainly depends on pavement microtexture and macrotexture. Skid resistance is usually measured through two indicators: side force coefficient (SFC) and mean texture depth (MTD)

These indicators decrease gradually due to traffic action. Thus, the need to carry out operations to restore them to their initial values, increasing road safety. In order to do so, one of most typical solutions is to spread a cold microsurfacing on bituminous pavements or bituminous hot mixtures on concrete pavements.

Given the current economic situation, it is necessary to consider low cost solutions, such as shotblasting, which is a suitable and effective alternative for solving localised skid resistance problems, which in turn decrease road safety.

This paper describes shotblasting technique and shows results obtained for different surface types, both bituminous and concrete.

**KEY WORDS:** Road safety, shotblasting, skid resistance, microtexture, macrotexture, side force coefficient (SFC).

## 1. Introducción

Uno de los problemas de la infraestructura viaria, desde el punto de vista de la seguridad vial, es la degradación de las características superficiales de la capa de rodadura del firme por la acción del tráfico, en especial de la resistencia al deslizamiento, lo que conlleva una disminución de la seguridad vial.

Suponiendo que un firme mantiene unas buenas condiciones estructurales a lo largo de su vida útil y que no sufre otros deterioros superficiales más allá del simple desgaste de la capa de rodadura, puede presentarse la necesidad de tener que actuar sobre él al cabo de cierto tiempo para recuperar el nivel de adherencia neumático-pavimento que se considera adecuado para una circulación cómoda y segura.

Esta circunstancia se acentúa en carreteras con elevadas intensidades de tráfico, sobre todo si el porcentaje de pesados es alto. Especialmente problemático es el caso de los firmes de hormigón con acabado de la superficie mediante cepillado longitudinal o transversal que, dentro de este tipo de firme, son los usados mayoritariamente en España.

Para restituir la adherencia neumático-pavimento en firmes flexibles, una de las soluciones más utilizadas es el extendido de microaglomerados en frío (denominación MICROF del PG-3). En los pavimentos de hormigón, en general se recurre al extendido de mezclas bituminosas en caliente sobre el firme rígido.

Si bien estas soluciones son idóneas en actuaciones de gran entidad, no lo son tanto para tramos de corta longitud, por lo que es necesario plantearse otros métodos de tratamiento superficial para restituir el coeficiente de rozamiento transversal (CRT) del firme y su macrotextura, con el consiguiente aumento de la seguridad vial. Uno de estos tratamientos, válido tanto en carreteras como en aeropuertos, es el granallado.

El objeto de este artículo es describir brevemente la técnica del granallado y exponer los resultados que se obtienen para distintos tipos de rodaduras, tanto bituminosas como de hormigón. Para ello, en primer lugar se exponen los conceptos teóricos básicos necesarios para la comprensión del tratamiento, a continuación se indican los métodos de medición y evaluación de la resistencia al deslizamiento, posteriormente se describe la técnica del granallado y sus ventajas y, por último, se exponen los resultados obtenidos en las actuaciones realizadas más representativas.

## 2. Resistencia al deslizamiento

Para que la circulación por carretera se desarrolle en condiciones de seguridad y comodidad, la capa de rodadura del firme debe reunir ciertas características superficiales. Una de las más importantes es la resistencia al deslizamiento, que permite a los conductores acelerar, frenar y cambiar de dirección sin que el vehículo deslice.

Para que exista resistencia al deslizamiento no sólo basta con que el neumático reúna ciertas características, tales como el material, dibujo de la cubierta, presión de aire, etc., sino que el firme debe presentar un buen acabado.

Cuando un vehículo frena, acelera o cambia de dirección, aparecen fuerzas de rozamiento en cada una de sus ruedas. Para que no deslice, es necesario que el cociente entre las fuerzas horizontales y verticales en cada una de las ruedas no sobrepase el coeficiente de rozamiento dinámico entre el neumático y el pavimento.

El valor de este coeficiente de rozamiento (que puede ser longitudinal o transversal dependiendo de si las fuerzas horizontales consideradas son paralelas o normales a la dirección de avance del vehículo) suele estar comprendido entre cero (no existe rozamiento) y la unidad (rozamiento elevado) y es muy variable, ya que depende de gran cantidad de factores, tales como la humedad, temperatura y limpieza del pavimento o las características del neumático. Casi cualquier superficie limpia y seca es capaz de proporcionar coeficientes de rozamiento elevados, incluso próximos a la unidad. Cuando el pavimento está mojado dicho coeficiente se reduce, pudiendo disminuir hasta valores de 0,05 con hielo húmedo a 0 °C.

Firmes con buenas propiedades de resistencia al deslizamiento suelen presentar valores situados entre 0,5 y 0,8.

Tabla 1 Clasificación de las características geométricas superficiales. Fuente: AIPCR-PIARC, 1987

Dominio		Rango de dimensiones	
		Longitud de onda (horizontal)	Amplitud (vertical)
Microtextura		0-0,5 mm.	0-0,2 mm.
Macrotextura		0,5-50 mm.	0,2-10 mm.
Megatextura		50-500 mm.	1-50 mm.
Regularidad superficial	Ondas cortas	0,5-5 m.	1-20 mm.
	Ondas medias	5-15 m.	5-50 mm.
	Ondas largas	15-50 m.	10-200 mm.

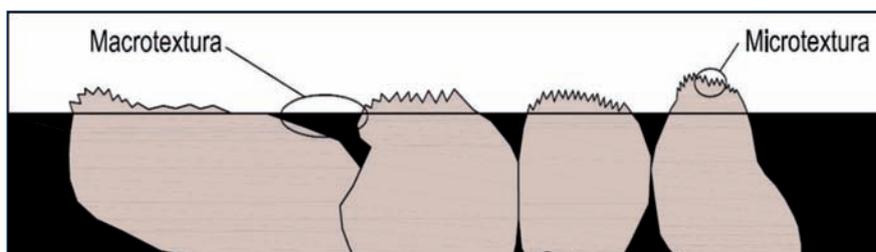


Figura 1. Microtextura y macrotextura. Fuente: Elaboración propia.

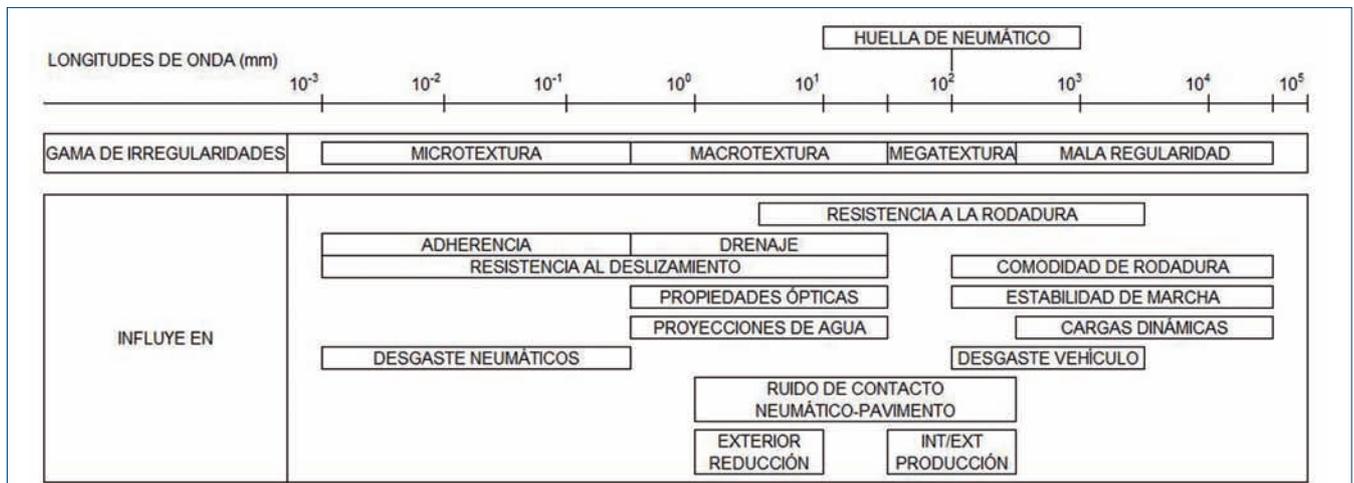


Figura 2. Influencia de la gama de las irregularidades superficiales en los fenómenos de interacción entre vehículo y pavimento. Fuente: AIPCR-PIARC, 1987.

### 3. Geometría superficial del firme y su influencia en la resistencia al deslizamiento

En el XVIII Congreso Mundial de Carreteras (Bruselas, 1987), el Comité Técnico de Características Superficiales de la Asociación Mundial de Carreteras (AIPCR-PIARC) propuso una clasificación de las características geométricas superficiales (Tabla 1 y Figura 1). De menor a mayor longitud de onda y amplitud de las irregularidades del pavimento en el sentido de la marcha se denominan:

- Microtextura: Es muy importante para la adherencia entre el neumático y el pavimento.
- Macrotextura: Es fundamental para el drenaje del firme.
- Megatextura
- Irregularidades superficiales

La interacción entre el vehículo y el firme da lugar a que estas irregularidades

superficiales influyan en mayor o menor medida en la seguridad y comodidad del usuario (Figura 2).

Como se expone a continuación, de los cuatro dominios de la geometría superficial del firme, sólo influyen de manera significativa en la resistencia al deslizamiento los dos primeros, microtextura y macrotextura.

La resistencia al deslizamiento se consigue a través del rozamiento movilizado en el contacto entre neumático y pavimento, que se produce, cuando el pavimento se encuentra seco, fundamentalmente por la combinación de dos mecanismos, a los que se añade un tercero cuando el pavimento se encuentra mojado:

- Adhesión: Las superficies del neumático y del firme se mantienen en contacto debido a las fuerzas intermoleculares que existen entre sus partículas. Contribuye al rozamiento tanto transversal como longitudinal,

y se debe a la microtextura.

- Histéresis: El paso del neumático sobre una irregularidad produce una deformación. Cuando esta irregularidad se ha superado, el caucho tiende a recuperar su forma original y su contacto con la superficie, pero no de manera inmediata. Este desfase entre causa (presión aplicada) y efecto (deformación) hace que el neumático apoyado sobre una superficie rugosa como es el firme, “abraze” las irregularidades de manera asimétrica, más por delante de esa rugosidad que por detrás, en el sentido de la marcha. Esto genera una distribución de presiones orientada en sentido contrario al deslizamiento, lo que contribuye al rozamiento, sobre todo al longitudinal, y se debe a la macrotextura (Figura 3).

- Drenaje: Cuando el pavimento se encuentra mojado, tanto el dibujo del neumático como la macrotextura del firme contribuyen a la evacuación del agua, evitando que se forme una película que impida que se den los dos fenómenos anteriores, produciéndose el llamado hidroplaneo.

Cuando el drenaje es insuficiente, bien por dibujo del neumático o macrotextura insuficientes, comienza a formarse sobre el pavimento una película de agua que se interpone entre el mismo y la rueda, haciendo que se

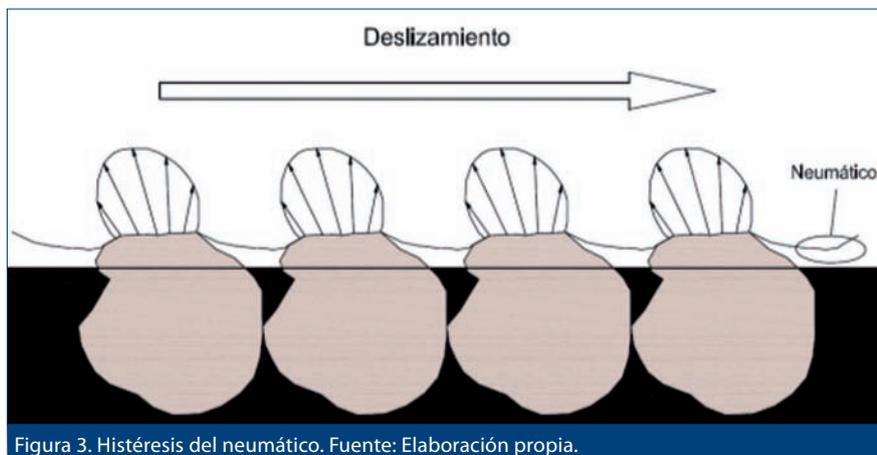


Figura 3. Histéresis del neumático. Fuente: Elaboración propia.

pierda el contacto y que el vehículo deslice.

Por último, cabe destacar que el grado de importancia de la microtextura y macrotextura depende de la velocidad del vehículo, ya que se ha comprobado que a velocidades menores de 60 km/h la resistencia al deslizamiento depende únicamente de la microtextura, mientras que a velocidades mayores con el pavimento mojado depende de ambas (Figura 4).

#### 4. Evaluación y medida de la resistencia al deslizamiento: CRT y macrotextura

Así pues, para conocer de forma global el comportamiento de un firme frente al deslizamiento es necesario el coeficiente de rozamiento, pero también la macrotextura, ya que así se puede predecir la respuesta del firme en presencia de agua.

Para integrar adherencia y textura en un único indicador y unificar sus formas de medida, en el año 1995 el Comité Técnico de Características Superficiales de la Asociación Mundial de Carreteras (AIPCR-PIARC) definió el Índice de Fricción Internacional (IFI). Este índice, al igual que el IRI, pretendía servir para crear una escala de referencia internacional, aunque no se ha utilizado mucho debido a que no es una función matemáticamente estable y que no es aplicable por tramos, entre otras razones.

Para la evaluación de la resistencia al deslizamiento del pavimento, en España normalmente se usa como indicador el Coeficiente de Rozamiento Transversal (CRT), que se mide mediante un equipo llamado SCRIM ("Side-force Coefficient Routine Investigation Machine"), diseñado en Gran Bretaña por el TRRL ("Transport Road Research Laboratory") y especificado en la norma NLT-336/92, aunque se han publicado dos informes técnicos como paso previo a una posible eventual norma EN, como el CEN/TS 15901-6:2009 y UNE 41201:2010 IN. El

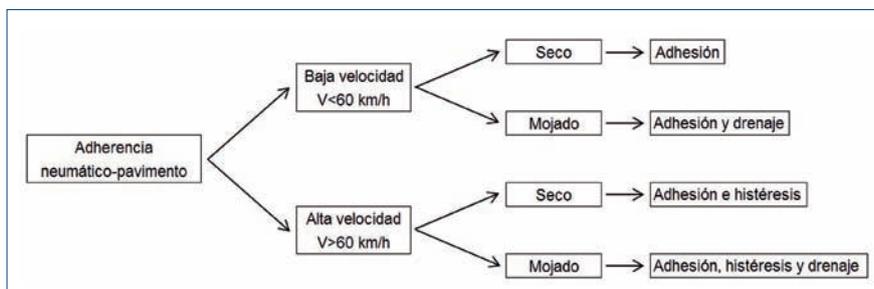


Figura 4. Importancia de la adherencia, histéresis y drenaje en función de la velocidad del vehículo y la humedad del pavimento. Fuente: Elaboración propia.



Figura 5. Péndulo de fricción. Fuente: Elaboración propia.



Figura 6. Ensayo del círculo de arena. Fuente: Elaboración propia.

sistema consta de una rueda de medida, dispuesta con un ángulo de deriva de 20° respecto al eje longitudinal del equipo, y una célula de carga. Conocida la carga vertical sobre la rueda (200 kg), se mide la fuerza horizontal, a partir de las cuales se obtiene el CRT.

Otro de los equipos más usados,

por su rapidez y su coste reducido, es el péndulo de fricción, que es de origen americano, aunque se desarrolló en Gran Bretaña en la década de 1950, estando normalizado su empleo mediante la norma UNE-EN 13036-4:2012. El valor que se obtiene del ensayo es el coeficiente de resistencia al

Tabla 2. Macrotextura superficial y resistencia al deslizamiento de las mezclas. Fuente: PG-3.  
 \* Medida antes de la puesta en servicio de la capa  
 \*\* Medida una vez transcurridos dos meses de la puesta en servicio de la capa

Característica	Mezcla bituminosa				Hormigón
	PA	BBTM B	BBTB A	AC	
Macrotextura superficial (mm) *	1,5	1,5	1,1	0,7	0.6-0,9
Resistencia al deslizamiento (CRT) (%) **	60	60	65	65	-

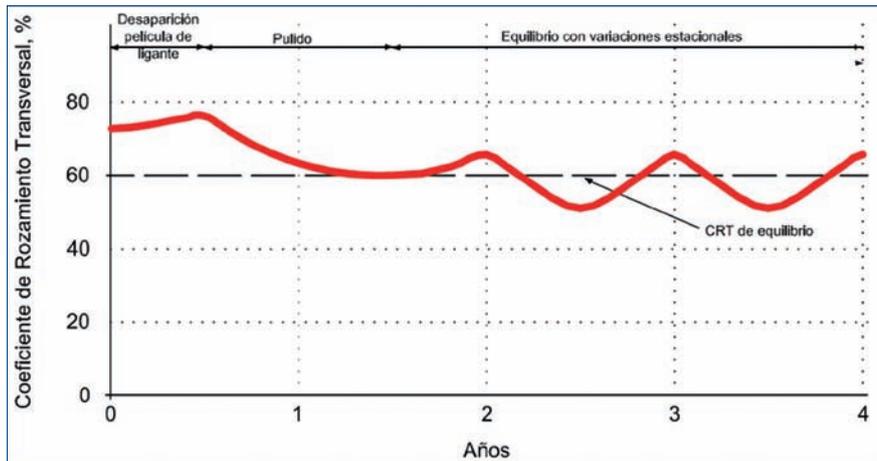


Figura 7. Evolución del CRT a lo largo del tiempo. Fuente: Elaboración propia.

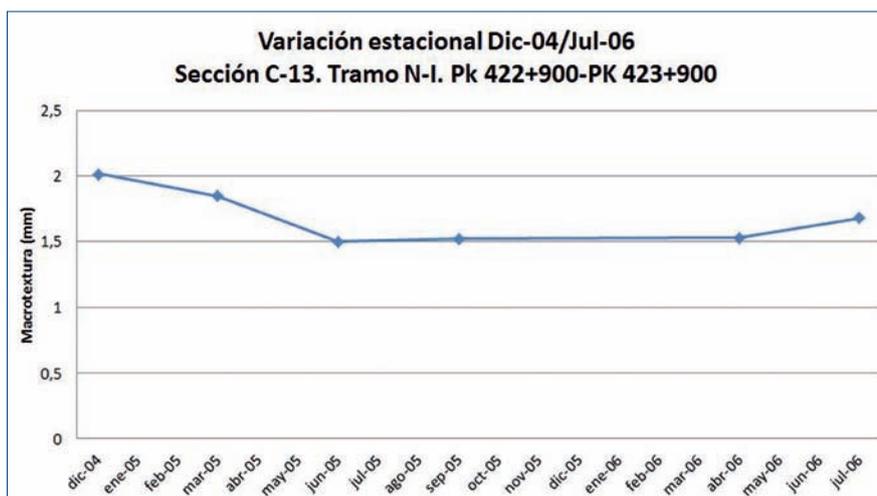


Figura 8. Ejemplo de la evolución de la macrotextura a lo largo del tiempo. Fuente: "Las capas de rodadura bituminosa y la resistencia al deslizamiento", Revista Carreteras, nº 180.

deslizamiento (CRD), que representa la pérdida de energía cuando el extremo inferior del péndulo desliza sobre el firme, el cual se corrige teniendo en cuenta la temperatura (Figura 5). Presenta tres inconvenientes: necesidad de cortar el tráfico, bajo rendimiento y gran dependencia en los resultados en función del operario que realiza el ensayo.

Por otra parte, el método tradicional de medición de la macrotextura es el volumétrico, más conocido como método del círculo de arena, especificado en la norma UNE -EN 13036-1:2010.

Consiste en extender sobre el firme un volumen conocido de microesferas de vidrio en forma de círculo, de forma que conociendo el volumen y el diámetro de la mancha, se obtiene la profundidad media de textura MTD (Mean Texture Depth) (Figura 6). Aunque se puede considerar que con este método se obtiene la macrotextura real del firme, presenta los mismos tres inconvenientes que el ensayo anterior.

Para intentar solventar estos inconvenientes, aparecen los texturómetros láser de alto rendimiento, tratando de definir una característica

conceptualmente semejante a la MTD, se estableció el índice MPD o profundidad media del perfil ("Mean Profile Depth"), que se define y normaliza en la norma UNE-EN ISO 13473-1:2006.

Sin embargo, dicho parámetro puede ser útil para comprobar la homogeneidad de la macrotextura del pavimento auscultado, pero no deben emplearse los valores obtenidos de forma absoluta hasta que se publique la revisión de la norma anterior, ya que no está clara la relación entre MTD y MPD.

### 5. Evolución del Coeficiente de Rozamiento Transversal (CRT) y la macrotextura

Tanto la evolución del Coeficiente de Rozamiento Transversal (CRT) como la de la macrotextura son difíciles de predecir, ya que influye gran cantidad de factores, tales como la intensidad media diaria de tráfico (IMD), el porcentaje de pesados, el clima, el tipo y características del firme y su situación (a cielo abierto, túnel, bajo una estructura, etc.).

#### 5.1. Coeficiente de rozamiento transversal (CRT)

En el momento de puesta en servicio de la carretera, el Coeficiente de Rozamiento Transversal (CRT) suele presentar valores muy dispares, aunque en general no son elevados, llegando en algunos casos de mezclas bituminosas ricas en betún y con ligante modificado (PA y BBTM) a no alcanzar los valores mínimos establecidos en el PG-3 (Tabla 2).

Esto es debido a que justo después de la puesta en obra, los áridos más superficiales se encuentran cubiertos por una película de ligante que impide que actúe la microtextura del árido, disminuyendo el CRT del firme. Por esta razón, en otros países europeos, como por ejemplo en Francia, se limita la velocidad durante los primeros meses de servicio

Tabla 3. CRT. Valores mínimos y tiempos máximos. Fuente: P.C.A.P. de los contratos de concesión de obras públicas para la conservación y explotación de las autovías de primera generación, Ministerio de Fomento.

VALORES MÍNIMOS Y TIEMPOS MÁXIMOS			
Umbral de valores puntuales	Tiempo de respuesta para corrección desde que se conoce	Umbral de valores medios en 1 km., excluyendo túneles	Tiempo de respuesta para corrección desde que se conoce
35	1 mes	40	2 meses
En túneles 60	1 mes	-	-
CORRECCIÓN AL ALZA		CORRECCIÓN A LA BAJA	
Valores medios en 1 km., excluyendo túneles	% de corrección de la tarifa base del año hasta la próxima medida	Valores medios en 1 km., excluyendo túneles	% de corrección de la tarifa base del año hasta la próxima medida
>60	0,03	<50	-0,5

Tabla 4. Macrotextura. Valores mínimos y tiempos máximos. Fuente: P.C.A.P. de los contratos de concesión de obras públicas para la conservación y explotación de las autovías de primera generación, Ministerio de Fomento.

VALORES MÍNIMOS Y TIEMPOS MÁXIMOS			
Umbral de valores puntuales	Tiempo de respuesta para corrección desde que se conoce	Umbral de valores medios en 1 km.	Tiempo de respuesta para corrección desde que se conoce
0,5	1 mes	0,7	2 meses
CORRECCIÓN AL ALZA		CORRECCIÓN A LA BAJA	
Valores medios en 1 km.	% de corrección de la tarifa base del año hasta la próxima medida	Valores medios en 1 km.	% de corrección de la tarifa base del año hasta la próxima medida
>1,7	0,02	<1,2	-0,3

o se aplican sobre el firme distintos tratamientos para aumentar el CRT inicialmente, siendo el granallado el usado mayoritariamente.

La acción del tráfico durante los primeros meses de vida del firme consigue que esta película de ligante desaparezca, aumentando los valores de CRT. A partir de este momento y durante un periodo que puede durar entre seis meses y un año, el CRT sufre una disminución brusca, debida al pulimento de los áridos por la acción del tráfico. Ésta es mayor cuanto mayor sea la intensidad de tráfico pesado.

A partir de ese momento el CRT se estabiliza, presentando únicamente variaciones estacionales. En este tramo se obtienen siempre valores menores de CRT en verano y mayores en invierno o en época de lluvias. Estas variaciones estacionales se creen debidas a material abrasivo situado sobre el pavimento. En verano se deposita más material, por lo que el efecto de pulido aumenta, mientras que en invierno las lluvias eliminan estas partículas del firme, disminuyendo el efecto de pulido (Figura 7).

Este fenómeno de pulido se produce muy frecuentemente en túneles y bajo estructuras, ya que se producen acumulaciones de polvo que no desaparecen en época de lluvias.

En cambio, otros autores defienden que estas variaciones se deben a variaciones en la temperatura del firme.

### 5.2. Macrotextura

A partir del momento de puesta en servicio, en el que los valores de macrotextura suelen variar entre 0,7 y 2 mm (el PG-3 exige los valores incluidos en la Tabla 2), dependiendo del tipo de firme y mezcla bituminosa, suele sufrir una caída inicial de aproximadamente el 10 % durante los primeros meses, para posteriormente estabilizarse, variando

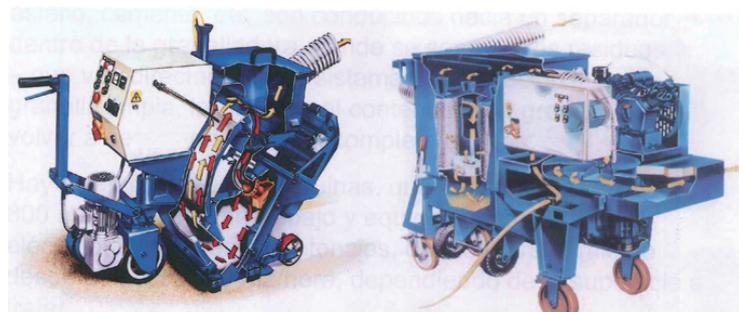


Figura 9. Máquina granalladora y aspirador. Fuente: Elaboración propia.

estacionalmente en torno a la macrotextura de equilibrio. Estas variaciones, del orden del 10-20 % dependiendo del tipo de mezcla, son mayores cuanto mayor sea la macrotextura (Figura 8).

Llegado un determinado momento, que depende principalmente de la IMD y del porcentaje de pesados, el firme comienza a perder material, aumentando su macrotextura, sin que ese crecimiento tenga un significado positivo de recuperación, y tiende a hacerlo muy rápidamente hasta que se alcanza un máximo, a partir del cual ya no tiene sentido hablar de macrotextura de la capa, pasando a formar parte de la megatextura, que presentará valores elevados por deformación o baches.

Transversalmente al sentido de avance la textura en la zona de rodada y en el centro del carril se van diferenciando. Mientras en el centro del carril apenas se modifica el valor inicial, en la zona de rodada va disminuyendo. La magnitud de la diferencia (a veces muy significativa) es un índice de la edad del pavimento y/o de su comportamiento. Por ejemplo, se ha observado que los pavimentos de corta edad (2-3 años) que presentan diferencias acusadas entre el valor de la macrotextura obtenida en el centro del carril y en la zona de rodadas, tienen a corto plazo un deterioro importante, mayor de lo habitual y probablemente también sea una señal de fisuración próxima (prefisuración).

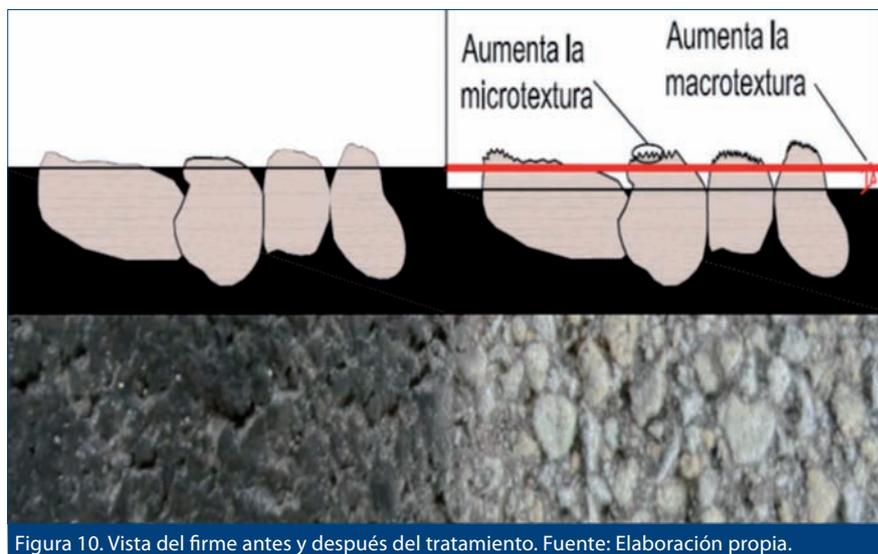


Figura 10. Vista del firme antes y después del tratamiento. Fuente: Elaboración propia.

## 6. Influencia de la resistencia al deslizamiento en la seguridad vial. Umbrales de actuación

### 6.1. Coeficiente de Rozamiento Transversal (CRT)

Aunque existe una gran cantidad de estudios e investigaciones que analizan cómo decrece el número de accidentes a medida que aumenta el CRT, el estudio más significativo al respecto es el realizado en el año 2000 por la Generalitat Valenciana, cuyas conclusiones fueron las siguientes:

- En el global de la red de la Generalitat Valenciana, el 63 % de los accidentes y el 81% de las víctimas mortales se produjeron en los tramos de CRT<50, que correspondían al 31% de la red.
- Por el contrario, en las carreteras cuyo CRT era superior a 65, un 29 % del total de la red, sólo se produjeron el 5 % de los accidentes con calzada mojada.

### 6.2. Macrotextura

En cuanto a la relación entre los accidentes y la macrotextura, el estudio más significativo, en la misma línea que el expuesto anteriormente para el CRT, es el realizado en 1991 por Roe, Webster y West, del Transport and Road Research Laboratory (TRRL) del Reino Unido, en el que se obtuvieron las conclusiones siguientes:

- El porcentaje de accidentes era mayor en los tramos de macrotexturas bajas y menor en los de macrotexturas altas.
- La circunstancia anterior tenía lugar para cada uno de los cuatro tipos de accidentes estudiados: pavimento seco deslizante y no deslizante y pavimento mojado deslizante y no deslizante.

### 6.3. Umbrales de actuación

Por tanto, conocida la íntima relación que existe entre el binomio CRT-macrotextura y los accidentes de



Figura 11 Trabajos de granallado de carreteras tanto a cielo abierto como en túnel. Fuente: Elaboración propia.

circulación, se hace necesario definir unos valores a partir de los cuales sea necesario actuar para asegurar en todo momento una mínima seguridad vial.

En los Pliegos de Cláusulas Administrativas Particulares de los “Contratos de concesión de obras públicas para la conservación y explotación de las Autovías de Primera Generación” del Ministerio de Fomento, se definen indicadores de estado para resistencia al deslizamiento y macrotextura, cuyos valores mínimos puntuales y medios en un km son los presentados en las Tablas 3 y 4 respectivamente.

Por otra parte, el Sistema de Gestión de Firmes del Ministerio de Fomento, establece como insuficientes los valores de CRT inferiores a 50 y la Nota Complementaria a la Nota de Servicio 3/2011 sobre “Criterios a tener en cuenta en la redacción de proyectos de rehabilitación estructural y/o superficial de firmes”, de la Dirección General de Carreteras, dice: “Dar prioridad a las actuaciones de mejora del CRT para evitar tener tramos  $\leq 45$ ”.

Por ello, parece razonable actuar cuando la macrotextura y el CRT disminuyen hasta los valores siguientes:

- Macrotextura: 0,6 mm.
- Resistencia al deslizamiento (CRT): 50 % (en túneles mayor del 60 %).

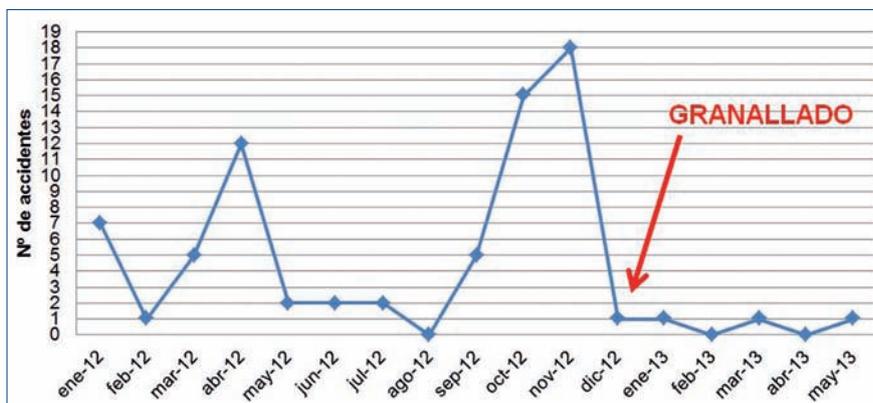


Figura 12. Evolución del nº de accidentes entre los pp.kk. 18+754 y 19+300 de la M-40 (C.D.). Fuente: Elaboración propia

## 7. El granallado

### 7.1. Descripción

El granallado es un procedimiento cuyo objetivo es restituir el coeficiente de rozamiento transversal (CRT) y aumentar la macrotextura del firme. Está basado en la proyección sobre el pavimento de granalla de distintas formas y tamaños.

El impacto de esta granalla elimina la película de ligante existente sobre el árido, si la hubiera, restituye la microtextura del mismo, degradada por la acción del tráfico y elimina la suciedad existente entre los áridos, aumentando la macrotextura.

El equipo está formado por la propia máquina granalladora, un aspirador y un grupo electrógeno. Existe

una gran gama de máquinas con diferentes anchos de trabajo, entre las cuales se puede seleccionar la más adecuada para cada actuación.

Mediante una turbina accionada eléctricamente, la granalla es arrojada sobre la superficie a tratar y posteriormente es recogida de nuevo por aspiración. Los residuos generados por el tratamiento y la propia granalla son aspirados y conducidos hacia un separador situado en el interior de la máquina, donde, por diferencia de peso, son segregados: los residuos pasan directamente al sistema de aspiración y la granalla limpia cae de nuevo al contenedor para volver a ser usada hasta su completo desgaste (Figura 9).

### 7.2. Estudio previo del tratamiento

Para que los resultados de las actuaciones de granallado sean satisfactorios, es necesario realizar un estudio previo del tratamiento, ya que es necesario tener en cuenta las particularidades de cada caso. Por ejemplo, no es lo mismo actuar sobre una mezcla cerrada con un árido calizo en una glorieta, que en una mezcla abierta con árido porfídico en un tramo de autovía.

En primer lugar se debe analizar si los accidentes ocurridos son por deficiencias en la resistencia al deslizamiento del firme (alcances o salidas de vía).

A continuación se analizan las características del firme: tipo (bituminoso o de hormigón), tipo de mezcla, granulometría, tipo de árido, hume-

Tabla 5. Resultados obtenidos. CRT y CRD. Fuente: Elaboración propia.

Tramo	Firme	Resistencia al deslizamiento		
		Magnitud	Antes del granallado	Después del granallado
A-3	Hormigón	CRT	47,40	78,80
M-30	BBTM 11B	CRT	38,8	76,9
Túnel Xeresa	BBTM 11B	CRD	0,43	0,70
N-III	BBTM 8B	CRT	66,00	86,95
Glorieta N-230	AC-16 surf 5	CRD	0,68	0,96

Tabla 6. Resultados obtenidos. Macrotextura. Fuente: Elaboración propia.

Tramo	Firme	Macrotextura (mm)		
		Magnitud	Antes del granallado	Después del granallado
A-3	Hormigón	MPD	0,70	0,90
Túnel Xeresa	BBTM 11B	MTD	1,05	1,42
N-III	BBTM 8B	MPD	1,50	2,10
Glorieta N-230	AC-16 surf 5	MTD	0,96	1,66

dad, etc., así como sus características de rozamiento y macrotextura.

Y por último se establece el tratamiento adecuado para que el firme no resulte dañado y los resultados sean satisfactorios: reglajes y capacidad de la máquina, velocidad, ancho de trabajo, tipo de granalla (esférica o poliédrica), tamaño de la granalla, capacidad del aspirador, etc.

El tratamiento debe ser el adecuado para garantizar una óptima evolución posterior de la resistencia al deslizamiento.

### 7.3. Resultados

Tras el granallado, el pavimento presenta una elevada microtextura (y por tanto, un alto coeficiente de rozamiento transversal (CRT), y macrotextura, manteniéndose intacta su capacidad estructural (Figura 10).

## 8. Campo de aplicación

Las características que presenta el granallado y que se detallan a continuación hacen que, tanto por su rapidez como por su precio competitivo, sea una solución idónea para resolver problemas puntuales y localizados de seguridad vial debidos a la degradación de la resistencia al deslizamiento del firme.

Sus características son las siguientes:

- Se obtienen valores elevados de CRT y macrotextura tras el tratamiento, en general superiores a los que proporciona una mezcla bituminosa recién extendida. Además, su degradación a lo largo del tiempo es más lenta.
- Rapidez: Además de la rapidez del propio proceso, los tiempos de preparación y terminación de los trabajos son mínimos, pudiendo, si fuera necesario, despejar la carretera en un tiempo reducido.
- Precio competitivo, debido a la rapidez del proceso y a la no adición de ningún material.
- Ideal para actuaciones localizadas: Debido a su rapidez y precio competitivo, el granallado es el único tratamiento rentable para operaciones localizadas de reducida superficie.
- Rápida apertura al tráfico: La apertura al tráfico una vez realizado el trabajo es inmediata, ya que no se extiende ningún material que tarde cierto tiempo en adquirir sus propiedades.
- Mínima afección al tráfico: No es necesario cortar totalmente el tráfico de la vía, ya que sólo se corta el carril en el que se está trabajando mientras el tráfico es regulado en

el resto de la calzada.

- El proceso no aporta ningún material al firme ni altera los existentes: La máquina granalladora es un equipo compacto que no necesita la adición de ningún material para llevar a cabo el proceso y no altera el firme ni química ni estructuralmente.
- No afecta a la capacidad estructural del firme, ya que no reduce el espesor de la capa de rodadura.
- Respetuoso con el medio ambiente: Todos los residuos generados son aspirados, evitando la producción de polvo y reutilizando la granalla empleada. El aspirador no permite la emisión a la atmósfera de ningún residuo del granallado, lo que supone una gran ventaja, especialmente en túneles.
- Facilidad de puesta en obra: El sistema es un equipo autónomo que no necesita el apoyo de ninguna otra maquinaria para llevar a cabo el tratamiento, a excepción de un grupo electrógeno.

Por ello, en la Nota Complementaria a la Nota de Servicio 3/2011 sobre "Criterios a tener en cuenta en la redacción de proyectos de rehabilitación estructural y/o superficial de firmes", de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, se recomienda el granallado, entre otros tratamientos, para la mejora puntual de las características superficiales del firme.

## 9. Resultados obtenidos

A continuación se detallan las actuaciones realizadas más representativas y los resultados obtenidos, que se pueden observar en las Tablas 5 y 6.

### 9.1. A-3 (octubre 2011)

Se actuó en una curva situada dentro de un Tramo de Concentración de Accidentes (TCA), en el que la causa de la mayoría de los accidentes registrados era la salida de vía en condiciones de lluvia.

Dicha curva se encuentra en el



Figura 13. Borrado de marcas viales. Fuente: Elaboración propia.

p.k. 31+100 de la calzada derecha de la A-3, en la provincia de Madrid. El firme es rígido, con losas de hormigón de 5x4 m.

### 9.2. M-30 (octubre y noviembre 2012)

Se actuó sobre varios tramos, tanto en túnel como en superficie, como por ejemplo en el ramal de conexión con la A-5, en el puente sobre Méndez Álvaro o en un tramo de trenzado muy conflictivo, con una alta intensidad de tráfico, situado entre los pp.kk. 30+270 y 31+640 de la calzada derecha.

La capa de rodadura es flexible, tipo BBTM 11B (antigua M-10). Se granalló un total de 5.700 m<sup>2</sup>.

### 9.3. M-40 (diciembre 2012)

Se actuó sobre una curva en la que durante el año 2012 se produjo un total de 70 accidentes con víctimas (la mayoría por salidas de la vía), concentrándose en los meses más lluviosos, llegando a 15 accidentes en el mes de octubre o 18 en noviembre.

Dicha curva está situada entre los pp.kk. 18+754 y 19+300 de la calzada derecha de la M-40. El firme es flexible, de tipo drenante. Se granalló un total de 5.712 m<sup>2</sup>.

Una vez finalizados los trabajos, sólo se han producido tres accidentes, a pesar de que la primavera de 2013 ha sido una de las más lluviosas de los últimos años (Figura 12).

### 9.4. Túnel de Xeresa, AP-7 (junio 2012)

Se llevaron a cabo trabajos de granallado en el túnel de Xeresa, englobados dentro de un proyecto de conservación de la autopista.

El túnel está situado en el p.k. 575+200 de la calzada izquierda de la AP-7, en la provincia de Valencia, tiene una longitud de 480 m y el firme es flexible tipo BBTM 11B (antigua M-10). Se granalló un total de 5.600 m<sup>2</sup>.

### 9.5. N-III (octubre 2011)

Se actuó en una curva situada dentro de un Tramo de Concentración de Accidentes (TCA), en el que la causa de la mayoría de los accidentes registrados era la salida de vía.

Dicha curva se encuentra en el p.k. 31+800. El firme es flexible, con capa de rodadura tipo BBTM 8B (antigua M-8).

### 9.6. Glorieta N-230 (febrero 2012)

Se actuó en una glorieta en la que se habían producido varios accidentes en un corto periodo de tiempo.

Dicha glorieta está situada en el p.k. 6+800 de la N-230, en la provincia de Lérida. El firme es flexible, con capa de rodadura tipo AC-16 surf S (antigua S-12). Se granalló un total de 800 m<sup>2</sup>.

## 10. Otras aplicaciones

El granallado también se puede utilizar para el borrado de marcas viales, proporcionando unos resultados altamente satisfactorios. La experiencia en su utilización ha demostrado su utilidad en la eliminación de ciertos tipos de marcas viales (Figura 13).

Este sistema presenta múltiples ventajas respecto al fresado o microfresado, entre las que destacan las siguientes:

- Es un sistema económico: Tiene un menor coste que el microfresado de marcas viales.
- No afecta a la capacidad estructural del firme, ya que no reduce el espesor de la capa de rodadura.
- Es un procedimiento rápido: No es necesario el barrido posterior de la superficie granallada, por lo que permite obtener mayores rendimientos con una mínima afección al tráfico.

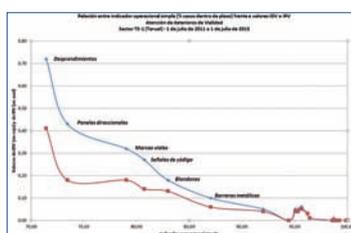
Por ello, en la Nota Técnica sobre "Borrado de marcas viales" de la Dirección General de Carreteras del

Ministerio de Fomento, de febrero de 1991, se recomienda el granallado, entre otros tratamientos, para la eliminación de marcas viales que no sean de larga duración (termoplásticas y de dos componentes).

## 11. Referencias bibliográficas

- [1] Dirección General de Carreteras: Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes. 616 pág., Ministerio de Fomento, Madrid, 1976.
- [2] Dirección General de Carreteras: Nota de Servicio 3/2011 sobre criterios a tener en cuenta en la redacción de los proyectos de rehabilitación estructural y/o superficial de firmes, 5 pág., Ministerio de Fomento, Madrid, 2011.
- [3] Dirección General de Carreteras: Nota sobre las actuaciones programadas de rehabilitación de firmes, complementaria a la NS3/2011, 2 pág., Ministerio de Fomento, Madrid, 2012.
- [4] Dirección General de Carreteras: Nota técnica sobre borrado de marcas viales, 2 pág., Ministerio de Fomento, Madrid, 1991.
- [5] Dirección General de Carreteras: P.C.A.P de los Contratos de concesión de obras públicas para la conservación y explotación de las autovías de primera generación, 210 pág., Ministerio de Fomento, Madrid, 2007.
- [6] Navareño, A.: Panorámica de la Gestión de la Conservación de los firmes. El enfoque del SGF de la D.G.C., Jornada Técnica Conservación y rehabilitación superficial de los firmes de carreteras, Santo Domingo de la Calzada, 2009.
- [7] Navarro J.A., Luzuriaga S., Ruiz A.: Las capas de rodadura bituminosa y la resistencia al deslizamiento, Carreteras, nº 180, pág. 37-51, Madrid, 2011.
- [8] Val, M.A. del: La resistencia al deslizamiento de los pavimentos, 70 pág., ASEFMA Monografía 11, 2010. ❖

# Acerca de los Indicadores Operacionales, o de Vialidad



## Concerning Operational Indicators, or Road Operations

**Carlos Casas Nagore**

*Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
Unidad de Carreteras de Teruel – Ministerio de Fomento  
Comité de Conservación – Asociación Técnica de Carreteras*

### Resumen

Las actividades de Vialidad son fundamentales para la explotación de la carretera. La Vialidad incluye desde la atención de accidentes e incidencias hasta la reparación de deterioros urgentes, la vialidad invernal y las actuaciones en secciones especiales.

La Agenda de Vialidad es fundamental para la gestión. De sus registros se obtienen una serie de indicadores operacionales, que permiten evaluar el trabajo de los equipos.

Este artículo estudia estos indicadores, y analiza los plazos máximos que establecen los pliegos y las Cartas de Servicio para este tipo de operaciones.

**PALABRAS CLAVES:** vialidad, indicador operacional, explotación.

### Abstract

Operational road activities are fundamental to ensure the operability of the roads. These operations includes from attendance of accidents and incidents, to urgent repairs of damages, winter maintenance and special actuations.

The "Operational Activities Scheduling System" is essential for management of road operation. Large amounts of data are employed to provide multiple operational indicators, which allows to control the efficiency of team works.

This article is a research about these indicators, analyzing the deadlines established by the specifications and the "Operational Service Limits" for this kind of operations.

**KEY WORDS:** road operation, operational indicators, road works

## 1. Introducción

La explotación de una carretera incluye todas las operaciones necesarias para que los usuarios puedan circular por ella en condiciones de seguridad y fluidez. Estas tareas incluyen las de conservar la carretera, de ahí que a veces se junten ambas palabras y se denominen como de “conservación y explotación”, o incluso a veces se hable solamente de “conservación”.

Las operaciones son muy variadas, y abarcan periodos temporales que van desde actuaciones urgentes (en plazos muy cortos) hasta otras que pueden planificarse interanualmente. Los equipos necesarios y los sistemas de gestión también son diferentes. Por ese motivo, en función de los plazos, de sus objetivos, y del Sistema de Gestión aplicable, se han dividido tradicionalmente en seis tipos:

- Operaciones de Vialidad.
- Operaciones de Mantenimiento, o Conservación Ordinaria.
- Operaciones de Rehabilitación, o Conservación Extraordinaria.
- Operaciones de Mejora.
- Operaciones de Uso y Defensa de la carretera.
- Operaciones que abastecen los Sistemas de Gestión.

## 2. La Vialidad

De todas estas operaciones, las de Vialidad son fundamentales. De ellas depende, en buena medida, la seguridad de los usuarios de la carretera y que ésta pueda mantenerse en servicio. Las operaciones de Vialidad abarcan:

- La atención de accidentes.
- La atención de incidencias, que se caracterizan por afectar a la calzada.
- La reparación de deterioros urgentes, que pueden afectar a la seguridad.
- Las actuaciones en momentos de meteorología adversa (vialidad invernal, fundamentalmente).
- El control y actuaciones urgentes en secciones especiales de la carretera (túneles, por ejemplo).

Se trata de numerosas actuaciones, en general no programables, para cuya ejecución se requieren equipos operativos de actuación rápida, capaces de llegar al lugar, señalar el peligro y efectuar las actuaciones más urgentes, a cualquier hora. Estas operaciones son siempre prioritarias.

Entre julio de 2011 y julio de 2013, en la red de carreteras del Estado dependiente del Sector de Conservación TE-1, con sede en Teruel (325 km de calzada, sin túneles), y sin tener en cuenta la vialidad invernal, se han registrado 19.833 actuaciones distintas, repartidas del siguiente modo:

- Atención de accidentes: 123
- Atención de incidencias: 7.567, con la siguiente distribución:

Relacionadas con animales en la calzada	1.186
Arrastres de barro y piedras	618
Deslizamientos de tierras	3
Desprendimientos	180
Objetos diversos en la calzada	2.703
Vertidos de vehículos	2.137
Relacionadas con ramas o árboles	187
Atención a vehículos	553

- Reparación urgente de deterioros: 12.143, con la siguiente distribución:

Balizamiento	6.169
Drenaje	960
Elementos de defensa	1.070
Entorno	2.195
Instalaciones	45
Marcas viales	143
Obras de tierra	13
Obras de fábrica	64
Pavimentos	589
Señalización vertical	895

En los tramos no concedidos de la red de carreteras, es habitual que las actividades de Vialidad corran a cargo de los contratos de conservación integral. Al tratarse de un tipo fundamental de actividades, los contratos suelen incluir

estas operaciones en el denominado “grupo I”, y son prioritarias.

En la provincia de Teruel, el coste medio de la Vialidad es de 3.497 euros por km de calzada y año (año 2013; ejecución material). Se trata de una provincia con red extensa (4 Sectores de Conservación; más de 800 km), sin túneles, con vialidad invernal media-alta y tráfico medio-bajo, que ejecuta trabajos mayoritariamente diurnos, y mantiene el servicio de comunicaciones de 24 horas en uno solo de los contratos.

## 3. La gestión de la Vialidad

El objetivo de las operaciones de Vialidad es llegar al lugar y actuar en el menor tiempo posible. El factor “tiempo” va a ser fundamental en este caso. De la correcta toma de decisiones depende el éxito de la actuación, en la que a veces se ven involucrados gran número de usuarios de la carretera.

El gestor de las operaciones de Vialidad necesita mucha información, y ésta debe ser obtenida en el momento. En definitiva, necesita una serie de herramientas, que generalmente deben estar disponibles en Internet:

- Una serie de instrumentos que permitan la adopción de decisiones en tiempo real (cámaras de explotación, estaciones meteorológicas, sistemas de gestión de flotas, etc). Cuanta más información disponga el gestor, más acertadas serán sus decisiones.
- Una serie de Protocolos para llevar a cabo determinadas actuaciones. Se trata de tener pensadas todas las actuaciones previamente, para no tener que improvisar cuando se produce la emergencia.
- Un Sistema de Gestión, en este caso basado en la denominada Agenda de Vialidad (en algunos Pliegos figura con la denominación “Agenda de Información y Estado de la Carretera”).

La Agenda de Vialidad es, pues, el Sistema de Gestión de estas operaciones. Los sistemas modernos trabajan



Figura 1. Herramientas para la gestión de la Vialidad. Plataforma web de gestión de la Demarcación de Carreteras del Estado en Aragón. Ministerio de Fomento.

Sistema de Gestión de la Vialidad	
Fuentes de información	Instrumentos, plataformas web, vigilancia, servicio de comunicaciones, otros
Registro de los datos: Agenda de Vialidad	Accidentes, incidencias, deterioros de Vialidad, vialidad invernal, actuaciones en secciones especiales
Carta de Servicios (I)	I.- Plazos máximos para actuar
Actuaciones	Según prioridad (plazos de tiempo)
Indicadores "operacionales"	Según cumplimiento de plazos
Carta de Servicios (II)	II.- Objetivos para los indicadores operacionales

Figura 2. Estructura del Sistema de Gestión de la Vialidad, basado en la Agenda de Vialidad.

32	Incidencias	Animales	Erizo	1 Horas
33	Incidencias	Procedentes de vehículos	Aceites, grasas o gasoil	1 Horas
34	Incidencias	Procedentes de vehículos	Restos de neumático	1 Horas
35	Incidencias	Procedentes de vehículos	Materiales granulares	1 Horas
36	Incidencias	Procedentes de vehículos	Otros	1 Horas
100	Incidencias	Procedentes de vehículos	Cristales	1 Horas
101	Incidencias	Procedentes de vehículos	Piezas de vehículo	1 Horas
37	Incidencias	Desprendimientos	Desprendimientos de rocas	1 Horas
38	Incidencias	Desprendimientos	Deslizamientos de tierra	1 Horas
102	Incidencias	Desprendimientos	Por defecto	1 Horas
39	Incidencias	Ramas o árboles caídos en la calzada	Predeterminado	1 Horas
40	Incidencias	Vehículos detenidos o averiados en la plataforma	Predeterminado	1 Horas
41	Incidencias	Objetos diversos en la calzada	Predeterminado	1 Horas
103	Incidencias	Deslizamientos	Por defecto	1 Horas
104	Incidencias	Arastras de barro o piedras - suciedad en la calzada	Por defecto	1 Horas
42	Deterioros de vialidad	Pavimentos	Baches	2 Días
43	Deterioros de vialidad	Pavimentos	Roderas	6 Días
44	Deterioros de vialidad	Pavimentos	Otros deterioros	6 Días
124	Deterioros de vialidad	Pavimentos	Blandón	2 Días
45	Deterioros de vialidad	Obras de tierra	Otros	6 Días
125	Deterioros de vialidad	Obras de tierra	Deslizamientos	6 Días
126	Deterioros de vialidad	Obras de tierra	Desprendimientos	6 Días
46	Deterioros de vialidad	Drenaje	Superficial	6 Días
47	Deterioros de vialidad	Drenaje	Subterráneo	6 Días
48	Deterioros de vialidad	Entorno	Pintadas	6 Días
49	Deterioros de vialidad	Entorno	Vertido de materiales fuera de la plataforma	6 Días
50	Deterioros de vialidad	Entorno	Otros	10 Días
106	Deterioros de vialidad	Entorno	Vegetación	6 Días
51	Deterioros de vialidad	Obras de fábrica	Predeterminado	6 Días
52	Deterioros de vialidad	Señalización vertical	Señales de código	2 Días

Figura 3. Vista parcial de la Carta de Servicios de Vialidad (plazos máximos para actuar), de la Plataforma-web de gestión de la Demarcación de Carreteras del Estado en Aragón. Ministerio de Fomento. Valores de julio de 2013.

Tabla 1. Fuente de las anotaciones de la Agenda de Vialidad. 2003-2013. Sector TE-1 (Teruel). Ministerio de Fomento.

Fuente de información	% de anotaciones		
	Accidentes	Incidencias	Deterioros
Vigilante de la empresa de conservación integral	28,5 %	80,5 %	78,5 %
Guardia Civil de Tráfico	47,2 %	8,6 %	0,5 %
Personal dependiente del Ministerio de Fomento	8,1 %	5,9 %	8,0 %
Otro personal de la empresa de C. integral	10,9 %	3,9 %	12,8 %
Policía Local	4,0 %	0,6 %	0,2 %
Otras personas, ajenas a la conservación	1,0 %	0,2 %	0,0 %
Otros Sectores de Conservación	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Sin datos	0,3 %	0,3 %	0,0 %

directamente en Internet, y tienen la siguiente estructura:

- Conocimiento inmediato de las incidencias o deterioros. Para ello, es fundamental la existencia de un servicio de comunicaciones y de un servicio de vigilancia de la carretera.
- Registro de los datos en la Agenda de Vialidad.
- Existencia de una Carta de Servicios de Vialidad, que incluye el conjunto de plazos máximos para actuar ("tiempo de respuesta", en algunos Pliegos) en función de la incidencia o deterioro de que se trate. Estos plazos suelen variar entre 1 hora y 10 días, en los casos más comunes. La Carta de Servicios se ofrece implícitamente a los usuarios de la carretera, en el momento en el que se implanta el Sistema de Gestión. No se trata de un conjunto derechos, sino de objetivos.
- Registro de todas las actuaciones llevadas a cabo.
- Análisis del trabajo de los equipos, que se realiza mediante indicadores operacionales. La Carta de Servicios suele establecer también los objetivos a conseguir para estos indicadores operacionales.

*La estructura habitual de las Cartas de Servicios es dual: plazos – indicadores. En el Sistema de Gestión de la Vialidad, los plazos condicionan las actuaciones, que*



Figura 4. Mapa de localización de tareas de Vialidad pendientes de iniciar en un momento dado (provincia de Teruel), registradas en la Agenda de Vialidad. Plataforma web de gestión de la Demarcación de Carreteras del Estado en Aragón. Ministerio de Fomento.

se controlan mediante los indicadores; en el resto de Sistemas, los indicadores condicionan las actuaciones, y se controlan mediante los plazos.

La Agenda de Vialidad se abastece normalmente de diversas fuentes de información. En este sentido, la presencia del servicio de vigilancia específica en la carretera es fundamental para la gestión de la Vialidad.

A título de ejemplo, en el Sector TE-1, con sede en Teruel, la fuente de información de las anotaciones de Vialidad, en los últimos 10 años, se muestra en la Tabla 1.

En la Agenda de Vialidad se recogen todas las incidencias y los deterioros de Vialidad. Además, es normal recoger también las operaciones relacionadas con el mantenimiento periódico de determinados elementos o instalaciones (por ejemplo, limpieza de luminarias, su sustitución periódica, sustitución de elementos perecederos de instalaciones en túneles, etc.), que son actuaciones que también están sujetas a plazos, solo que en este caso son programables.

La Agenda de Vialidad es un instrumento de gestión. No obstante, su base de datos histórica permite obtener informes de gran valor, relacionados casi siempre con la seguridad vial o con la necesidad de rehabilitación (figuras 6.1 y 6.2).

## 4. Los Indicadores Operacionales, o de Vialidad

Dado que la Agenda de Vialidad recoge información sobre cada operación de Vialidad, incluidos los tiempos de respuesta, una de sus aplicaciones

clásicas es la obtención de una serie de Indicadores Operacionales, que definen el comportamiento del Organismo o de la Empresa encargada de la Vialidad, y muestran el grado de cumplimiento de la Carta de Servicios de Vialidad.

<b>Bloque</b>	No programable
<b>Clase</b>	Deterioros de vialidad
<b>Tipo</b>	Elementos de defensa
<b>Subtipo</b>	Barreras metálicas
<b>Sector</b>	TE-01
<b>Contrato</b>	51-TE-0103
<b>Provincia</b>	Teruel
<b>Descripción</b>	BARRERA BIONDA GOLPEADA.
<b>Carretera</b>	N-234
<b>Zona de plataforma</b>	Única
<b>PK inicial</b>	113+450
<b>PK final</b>	113+450
<b>Segmento</b>	L.P. CASTELLÓN-TERUEL - INT. N-223. TERUEL ESTE   A 4.7Km de Teruel (.)
<b>Lado</b>	Izquierdo
<b>Fuente de información</b>	Otro personal de la empresa de conservación
<b>Fecha y hora en que se ha tenido conocimiento</b>	2013-08-01 08:23:00
<b>Actuación fundamental</b>	Reparación del deterioro.
<b>Observaciones</b>	
<b>Plazo para llegar e iniciar la actuación</b>	3 Días
<b>Fecha y hora para llegar e iniciar la actuación</b>	2013-08-04 08:23:00

Figura 5. Información sobre un registro concreto de la Agenda de Vialidad. Plataforma web de gestión de la Demarcación de Carreteras del Estado en Aragón. Ministerio de Fomento.

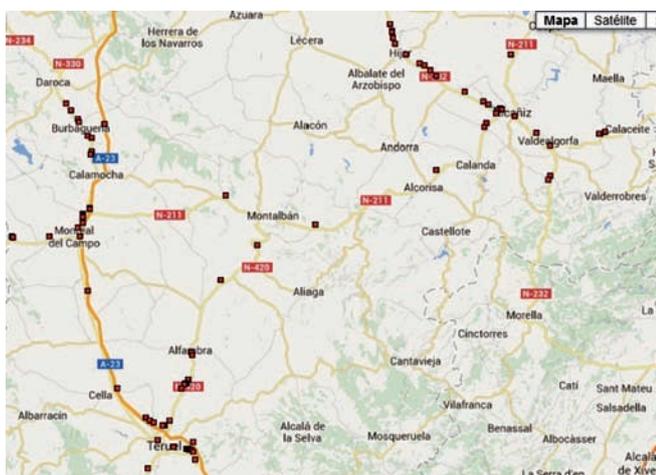


Figura 6.1. La Agenda de Vialidad permite llevar a cabo informes detallados sobre determinadas incidencias o deterioros de la red de carreteras. En este caso, se representa en un mapa la localización de los puntos en los que se han registrado incidencias con jabalies, en los últimos 5 años.

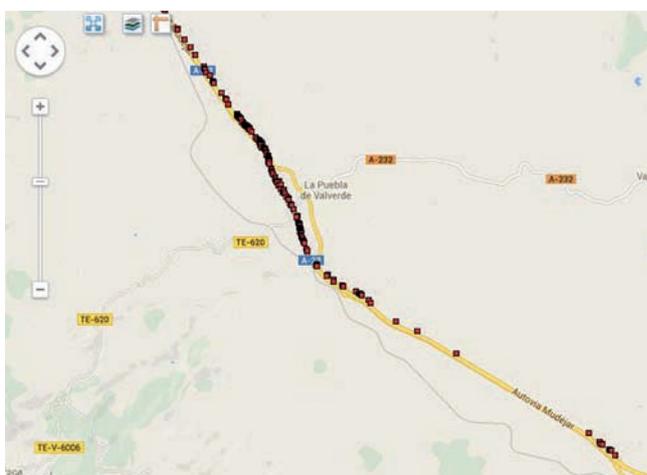


Figura 6.2. Informe de la Agenda de Vialidad sobre los deterioros en el firme registrados en un tramo de la A-23 entre octubre de 2011 y octubre de 2013. Su análisis, desde el punto de vista de la conservación, justifica la necesidad de estudiar una rehabilitación en el tramo próximo a La Puebla de Valverde, donde se concentran excesivas actuaciones.

Los más habituales son los indicadores operacionales simples, o finalistas. En la práctica, suelen definirse como el tanto por ciento de actuaciones llevadas a cabo dentro del plazo máximo establecido por la Carta de Servicios, respecto al total de actuaciones precisas. Este es el tipo de indicadores que, implícita o explícitamente, suele figurar en los Pliegos de Contratos y Concesiones.

El análisis del comportamiento de los equipos responsables de la Vialidad, en función de los indicadores operacionales simples, es útil para tener una visión general, pero no sirve para analizar con detalle el auténtico comportamiento de dichos equipos. De hecho, llegar tarde a una actuación por un solo minuto penaliza lo mismo que si se tarda varios días más. Tampoco sirven para analizar si, dentro del cumplimiento de lo establecido en la Carta de Servicios, los equipos de Vialidad han sido más o menos diligentes en acudir al lugar de la incidencia o del deterioro y en comenzar las actuaciones precisas.

En la práctica, lo importante en la gestión de la Vialidad es llegar y comenzar a actuar lo antes posible. El objetivo debe ser cumplir con la Carta de Servicios, pero si no se consigue, la actuación debe llevarse a cabo con urgencia, sin más demora. Por otra parte, debe tenerse en cuenta que no siempre es posible cumplir con los plazos de la

Carta de Servicios, ya que dicho cumplimiento depende de:

- La exigencia de los plazos que marca la Carta de Servicios.
- La coincidencia de varios sucesos de Vialidad al mismo tiempo, que es un fenómeno más habitual de lo que puede parecer, en especial en momentos con meteorología adversa.
- La correcta ubicación del Centro de Conservación, y la entidad de la red de carreteras que atiende.
- La disponibilidad de personal dedicado a Vialidad, y de maquinaria adecuada.
- La correcta organización del Servicio de Vialidad.
- El tráfico que en esos momentos tenga la carretera.
- La prohibición de trabajar en determinadas horas o días por cuestiones de tráfico o de riesgos concretos (por ejemplo, riesgo de incendios, operaciones especiales de tráfico, etc., que afectan a la programación de la reparación de deterioros de Vialidad).
- La localización del suceso (túnel, campo abierto, travesía, etc)
- La necesidad de obtener previamente el suministro de materiales especiales (por ejemplo, la reparación de carteles o elementos singulares).

En el Sector de Conservación TE-1, con sede en Teruel, los indicadores operacio-

nales simples de los grupos de actividades de Vialidad, entre julio de 2011 y julio de 2013, han sido:

- Atención de accidentes: 97,56
  - Atención de incidencias: 99,50
  - Reparación de deterioros: 94,60
- Como se observa, son valores muy altos, lo que demuestra un trabajo adecuado de los equipos. Hay que tener en cuenta que en circunstancias adversas, se acumulan actuaciones en el mismo momento, que los equipos tienen unos medios humanos y mecánicos limitados, y que hay tramos de carretera distantes del Centro de Conservación. En la Tabla 2 se recogen los datos según tipos de deterioro.

Hay que hacer constar que los trabajos de Vialidad, en el Sector TE-1, se han llevado a cabo con el mayor rigor posible, que los medios dispuestos han sido los establecidos en el Pliego y que el servicio de comunicaciones es de 24 h.

En los contratos de Concesiones, y en los de Conservación por Indicadores, la mayor parte de los indicadores son de Vialidad, aunque no figuren expresamente como tales. Suele tratarse de indicadores operacionales simples, para los cuales, en la mayor parte de los casos y también implícitamente, se exige el valor 100.

Los Pliegos para Concesiones del Ministerio de Fomento (2007) incluyen un

ATENCIÓN A INCIDENTES Y ACCIDENTES	
IDENTIFICADOR	NOMBRE
138	Atención a incidentes y accidentes
NORMATIVA DE REFERENCIA	
MÉTODO MEDIDA	
FRECUENCIA DE MEDIDA	
Cada vez que ocurra un incidente/accidente.	
TIEMPOS MÁXIMOS PARA PENALIDAD	
	Tiempo de respuesta desde que se conoce
Siempre ante cualquier incidente/accidente, una patrulla se personará en el lugar con la consiguiente señalización y balizamiento, labores de atención a heridos, encauzamiento de tráfico, advertencia a los usuarios, asistencia a la policía y cualquier otra necesaria.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atención, Señalización y balizamiento: 1 h</li> <li>• Reparaciones y sustituciones de la señalización, del balizamiento y de los elementos de contención: 24 h</li> <li>• Reparaciones y sustituciones que necesiten medios de construcción adicionales: 1 semana</li> </ul>
Se considerará que se ha incurrido en penalidad si no se cumple cualquier tiempo de respuesta.	

Figura 7. Indicador I38 de los Pliegos de Concesiones del Ministerio de Fomento (2007). Se trata de varios indicadores operacionales (tiempos de respuesta muy cortos), con indicador operacional simple de valor 100 (se exige siempre el cumplimiento del tiempo de respuesta).

FIRMES. BACHES	
IDENTIFICADOR	NOMBRE
110	Firmes. Baches
NORMATIVA DE REFERENCIA	
Catálogo de deterioros en firmes. MOPU 1978	
MÉTODO MEDIDA	
Se medirá, según corresponda, la anchura, la superficie y la profundidad de los baches.	
FRECUENCIA DE MEDIDA	
Diaria visual	
TIEMPOS MÁXIMOS PARA PENALIDAD	
	Tiempo de respuesta para corrección desde que se conoce
Número de baches cuya dimensión menor sea superior a 5 cm con una profundidad mayor de 5 cm: ninguno.	24 horas relleno con mástic asegurando mantener la geometría de la superficie de la rodadura. Se dispondrá de 1 mes como máximo para la restitución de la capa rodadura con mezcla bituminosa en caliente, en el caso de pavimentos bituminosos y de reparación y/o sustitución de las losas afectadas en pavimentos de hormigón
Número de baches, peladuras o desprendimientos con profundidad mayor de 2 cm y superficie mayor de 1 m <sup>2</sup> : ninguno	
Se considerará que se ha incurrido en penalidad si no se cumple el tiempo de respuesta	

Figura 8. Indicador I10 de los Pliegos de Concesiones del Ministerio de Fomento (2007). Se trata de un indicador operacional (tiempo de respuesta muy corto), con valor simple de valor 100 (se exige siempre el cumplimiento del tiempo de respuesta).

total de 41 indicadores. En 21 de ellos puede considerarse que el tratamiento dado a los indicadores por el Pliego es el de considerarlos como operacionales simples.

En casi todos estos indicadores "operacionales" se establecen unos tiempos de respuesta que deben cumplirse para no incurrir en penalidad. En la práctica, supone considerar que son indicadores operacionales simples, con valor exigido de 100.

Las figuras 7 y 8 recogen dos de estos indicadores, uno relacionado con incidencias (atención de accidentes e incidencias), y el otro con deterioros de Vialidad (baches).

### 5. Los indicadores operacionales gráficos

Todos los datos de este apartado corresponden al Sector de Conservación TE-1, con sede en Teruel, y al periodo comprendido entre julio de 2011 y julio de 2013.

En la figura 9 se han representado de manera ordenada (de mayor a menor) los tiempos de respuesta de los equipos (en horas) en el caso de actuaciones de Vialidad relacionadas con "Entorno - vegetación". Esta representación es la que denominamos "indicador operacional gráfico", y ofrece, a primera vista, una idea muy clara sobre el cumplimiento de plazos:

- Por una parte, existe un gran número de registros en los que el tiempo de respuesta es 0. Se trata de casos en los que quien detecta el problema lo soluciona de inmediato. Este caso se da en la mayor parte de las incidencias y deterioros sencillos que detecta el vigilante u otro personal de la conservación.
- En otro conjunto de casos se ha tardado cierto tiempo en acudir, señalar y comenzar la actuación, pero los tiempos de respuesta han estado dentro de lo indicado en la Carta de Servicios (que es de 144 h en este caso).
- Finalmente, en 18 casos se ha llegado fuera del plazo establecido en

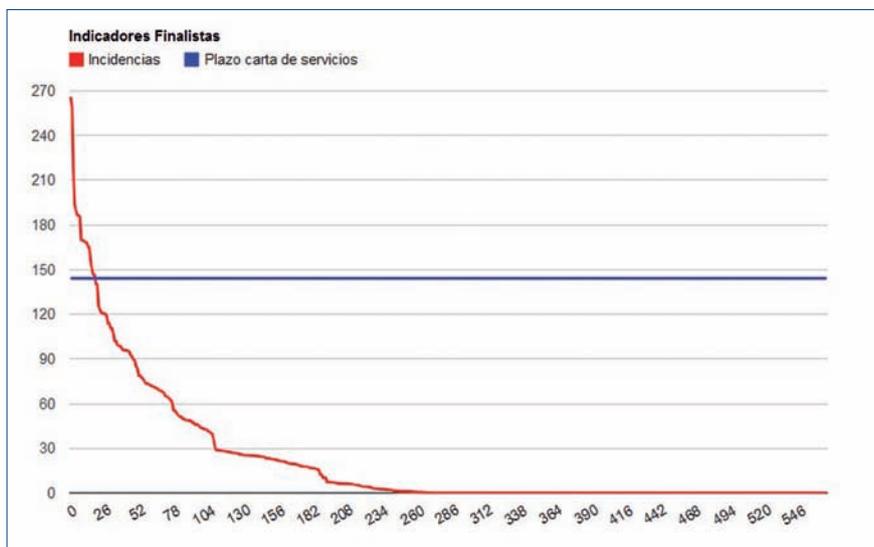


Figura 9. Indicador gráfico de actuaciones de Vialidad en "Deterioros-Entorno-Vegetación". Sector TE-1 (Teruel), julio de 2011 a julio de 2013.

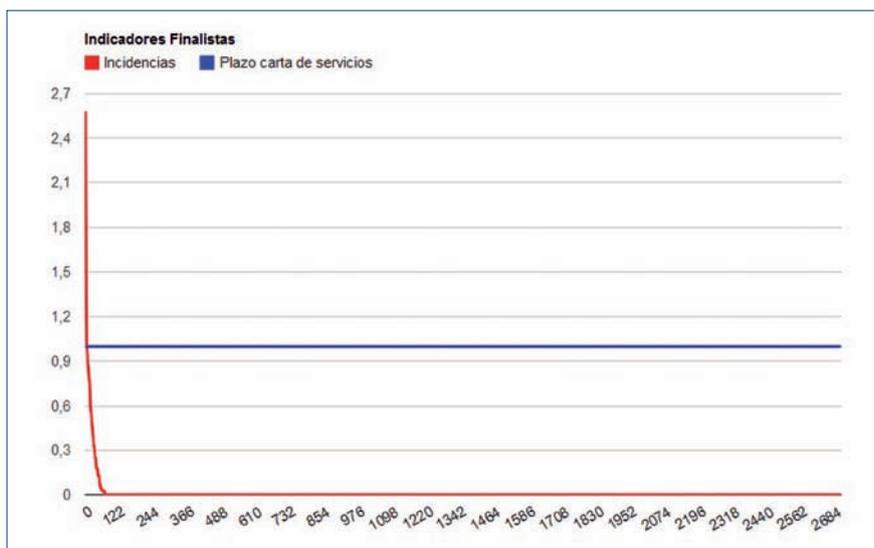


Figura 10. Indicador gráfico de actuaciones de Vialidad en "Incidencias-retirada de objetos de la calzada". Sector TE-1 (Teruel), julio de 2011 a julio de 2013.

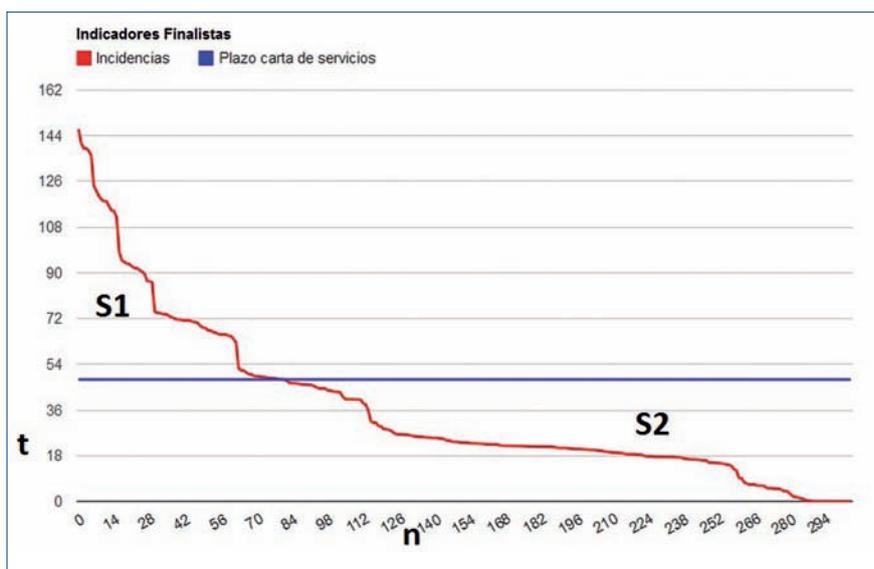


Figura 11. Indicador gráfico de actuaciones de Vialidad en "Deterioros-Balizamiento-Paneles direccionales". Sector TE-1 (Teruel), julio de 2011 a julio de 2013.

la Carta de Servicios. Esto supone un indicador operacional simple de 95,59.

La figura 10 recoge el indicador gráfico de un tipo de incidencia, en este caso de la "retirada de objetos de la calzada". Las representaciones gráficas de los tiempos de respuesta, en los casos de incidencias, suelen ser muy parecidos a este caso. La mayor parte de las actuaciones se llevan a cabo en tiempo "0", ya que quien las ejecuta es la misma persona que las detecta, y no es necesario que acuda un equipo especializado (en la mayor parte de las ocasiones).

En este tipo de gráficos importa tener en cuenta una serie de variables, que se indican en la figura 11, que representa el indicador gráfico de la reparación de paneles direccionales. Se trata de las siguientes:

- S1: Superficie (horas) del área comprendida por encima del plazo establecido por la Carta de Servicios.
- S2: Superficie (horas) del área comprendida entre la curva de tiempos de respuesta y el límite superior de la Carta de Servicios. Representa el tiempo ahorrado, respecto a la Carta de Servicios, por haber llegado antes al lugar del deterioro.
- t: Plazo máximo (horas) de la Carta de Servicios.
- n: Número de registros.

Se van a definir dos indicadores numéricos:

- Indicador de Demora de Vialidad (IDV), definido como el cociente entre S1 y el área del rectángulo  $n * t$ . ( $IDV = S1 / n * t$ )
- Indicador de Premura de Vialidad (IPV), definido como el cociente entre S2 y el área del rectángulo  $n * t$ . ( $IPV = S2 / n * t$ )

De estos dos indicadores se deduce un tercero:

- Indicador relativo de Vialidad (IRV), definido como el cociente entre IDV e IPV, o lo que es lo mismo,  $s1/s2$  (para  $s2 > 0$ )

Mediante estos indicadores se puede valorar de una manera más eficaz el

Tabla 2. Resumen de datos e indicadores de Vialidad. Sector TE-1 (Teruel). Julio 2011 a julio 2013.

Tipo de actuación de Vialidad	Plazo (Carta de Servicios) t (horas)	Nº total registros (n)	Nº fuera de plazo	Indicador operacional simple (% dentro de plazo)	S1 (sobre plazo) (horas)	S2 (bajo plazo) (horas)	IRV s1/s2	IDV S1/(n*t)
<b>ATENCIÓN DE ACCIDENTES</b>		123	3	97,56	0,57	80,10	0,01	0,00
Con afección a la calzada	1	58	2	96,55	0,47	37,00	0,01	0,01
Sin afección a la calzada	1	65	1	98,46	0,10	43,10	0,00	0,00
<b>INCIDENCIAS</b>		7567	38	99,50	53	7177,88	0,01	0,01
Incidencias (todas)	1	7567	38	99,50	53	7177,88	0,01	0,01
<b>DETERIOROS DE VIALIDAD</b>		12.143	656	94,60	31.434,11	960.175,98	0,03	0,03
<b>SEÑALIZ. VERTICAL</b>		895	154	82,79	5.648,73	57.055,18	0,10	0,07
Señales de código	48	789	152	80,74	5.452,12	20.441,90	0,27	0,14
otras	72	28	1	96,43	13,58	1.461,13	0,01	0,01
carteles y flechas	480	78	1	98,72	183,03	35.152,15	0,01	0,00
<b>ELEMENTOS DE DEFENSA</b>		1070	120	88,79	3.971,00	56.958,38	0,07	0,04
Barreras metálicas	72	909	118	87,02	3.918,37	38.578,38	0,10	0,06
otros	144	74	1	98,65	25,50	8.884,07	0,00	0,00
Barreras o pretilas de hormigón	144	17	0	100,00	0,00	1.792,70	0,00	0,00
Pretilas metálicas	144	70	1	98,57	27,13	7.703,23	0,00	0,00
<b>BALIZAMIENTO</b>		6169	240	96,11	7.265,22	271.774,80	0,03	0,02
Paneles direccionales	48	305	81	73,44	2.600,28	6.082,55	0,43	0,18
Otros	48	1824	69	96,22	2.464,27	80.464,73	0,03	0,03
Hitos de arista	48	3212	24	99,25	710,87	152.173,07	0,00	0,00
Hitos H-75	48	828	66	92,03	1.489,80	33.054,45	0,05	0,04
<b>ENTORNO</b>		2195	28	98,72	4.053,28	405.095,92	0,01	0,01
Vegetación	144	567	25	95,59	3.993,68	63.398,60	0,06	0,05
otras	240	1474	2	99,86	29,42	322.669,00	0,00	0,00
Pintadas	144	58	0	100,00	0,00	6.554,47	0,00	0,00
Vertido de materiales fuera plataforma	144	96	1	98,96	30,18	12.473,85	0,00	0,00
<b>PAVIMENTOS</b>		589	30	94,91	1.353,27	39.081,90	0,03	0,03
Otros deterioros	144	168	0	100,00	0,00	21.100,18	0,00	0,00
baches	48	322	14	95,65	777,83	14.058,23	0,06	0,05
blandones	48	94	16	82,98	575,43	3.225,90	0,18	0,13
roderas	144	5	0	100,00	0,00	697,58	0,00	0,00
<b>DRENAJE</b>		960	47	95,10	5.293,73	110.164,23	0,05	0,04
Superficial	144	949	47	95,05	5.293,73	108.673,33	0,05	0,04
Profundo	144	11	0	100,00	0,00	1.490,90	0,00	0,00
<b>OBRAS DE FÁBRICA</b>		64	3	95,31	366,92	7.023,32	0,05	0,04
Obras de fábrica	144	64	3	95,31	366,92	7.023,32	0,05	0,04
<b>MARCAS VIALES</b>		143	30	79,02	3.059,32	9.586,45	0,32	0,18
Marcas Viales	120	143	30	79,02	3.059,32	9.586,45	0,32	0,18
<b>INSTALACIONES</b>		45	2	95,56	6,87	2.239,42	0,00	0,00
Luminarias	72	9	0	100,00	0,00	526,67	0,00	0,00
Semáforos	24	0	0	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Otras	72	36	2	94,44	6,87	1.712,75	0,00	0,00
<b>OBRAS DE TIERRA</b>		13	2	84,62	415,78	1.196,38	0,35	0,22
otros	144	5	0	100,00	0,00	550,07	0,00	0,00
Desprendimientos	144	7	2	71,43	415,78	574,32	0,72	0,41
Deslizamientos	144	1	0	100,00	0,00	72,00	0,00	0,00

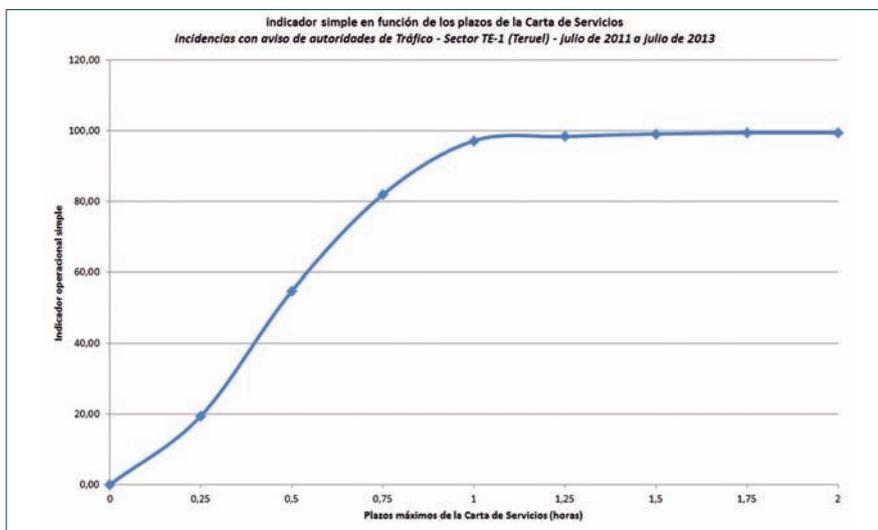


Figura 12. Indicador operacional simple que se obtendría para las incidencias registradas en el Sector TE-1 procedentes de avisos de las autoridades de tráfico, en función del plazo máximo establecido por la Carta de Servicios (julio 2011 a julio 2013).

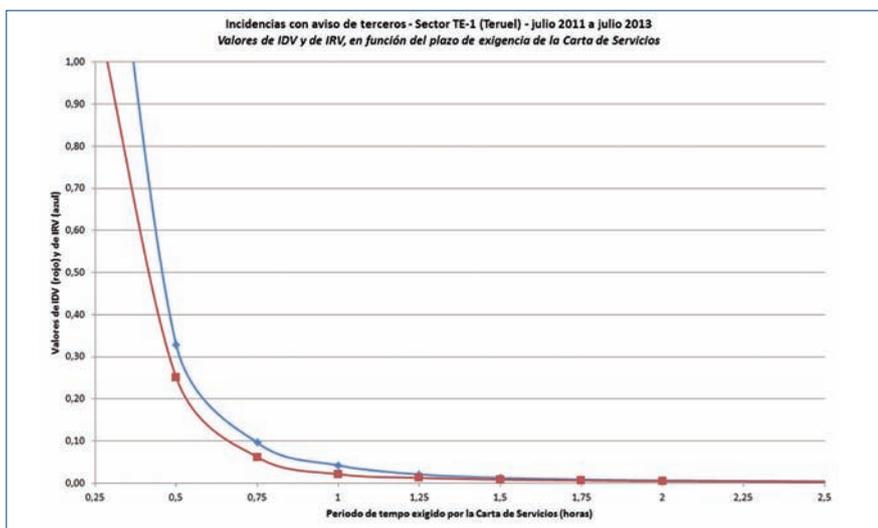


Figura 13. Valores de los indicadores IDV (en rojo) y de IRV (en azul) que se obtendrían para las incidencias registradas en el Sector TE-1 (julio 2011 a julio 2013), procedentes de avisos de las autoridades de tráfico, en función del plazo máximo establecido por la Carta de Servicios.

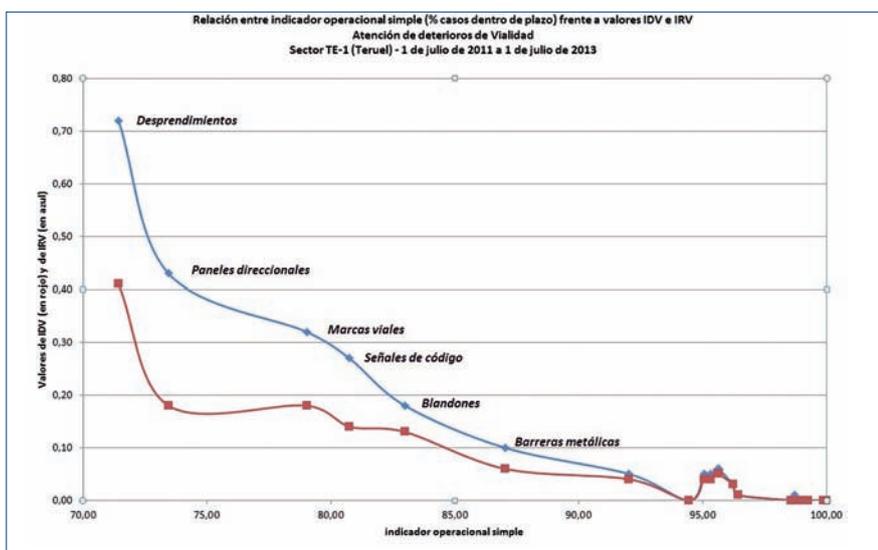


Figura 14. Relación entre el indicador operacional simple y los valores de los indicadores IDV (en rojo) y de IRV (en azul), en diversos tipos de deterioros de Vialidad. Sector TE-1, julio de 2011-julio de 2013.

comportamiento de los equipos de Vialidad, ya que no solo tienen en cuenta el hecho de que existan registros con tiempos de respuesta superiores a los de la Carta de Servicios (casos de IDV>0), sino que valoran también si ese exceso de tiempo ha sido importante. No hay que olvidar, como se ha indicado anteriormente, que lo importante en Vialidad es llegar con la mayor urgencia al lugar de la incidencia o del deterioro, y que conseguir un indicador operacional simple de 100 es prácticamente imposible, salvo en casos con dotación de medios excepcional, o con plazos muy amplios de la Carta de Servicios, tal y como se analiza más adelante.

El IPV tiene en cuenta los casos que se han llevado a cabo en menor tiempo que el máximo indicado por la Carta de Servicios. De alguna manera, el indicador IRV ofrece una visión compensada entre los casos en los que se ha superado el plazo de la Carta de Servicios y los que, por el contrario, se han llevado a cabo con premura.

La Tabla 2 recoge los datos concretos del Sector TE-1, entre julio de 2011 y julio de 2013.

## 6. Los plazos de la Carta de Servicios

La primera cuestión que se plantea, al analizar los indicadores operacionales, es si los plazos establecidos en la Carta de Servicios están adecuados a la estructura del Sector de Conservación y a los medios de Vialidad exigidos.

En el caso de las incidencias, suele ser común que los Pliegos exijan 1 hora para llegar al lugar, señalizar e iniciar la actuación procedente. En estos casos, cuando la incidencia es sencilla, la inmensa mayoría de los casos ofrecen tiempo "0", tal como se ha indicado anteriormente.

Las figuras 12 y 13 recogen la variación del indicador operacional simple y de los indicadores IDV e IRV, de las incidencias detectadas por las autoridades de tráfico y registradas en el Sector TE-1 (julio 2011 a julio 2013), en función del plazo que se exige en la Carta de

Servicios. Se trata de incidencias en las que, generalmente, los equipos de Vialidad tienen que prepararse y salir hacia el lugar donde se ha producido la incidencia.

Hay que tener en cuenta que los equipos de Vialidad tenían el objetivo de llegar antes de 1 hora, y por ello los tiempos de respuesta reales ofrecen ese sesgo. Como puede observarse en las figuras 12 y 13, y en la tabla 2, para el plazo máximo de 1 hora se obtienen indicadores muy buenos (indicador simple= 99,50; IDV=0,01; IRV=0,01).

Cabe deducir, por ello, que el plazo de 1 hora establecido en los Pliegos para las incidencias y para la atención de accidentes está adecuado a la estructura y composición de los equipos de Vialidad habituales.

No sucede lo mismo en el caso de los deterioros de Vialidad. La tabla 2 ofrece varios casos en los que el indicador operacional simple es relativamente bajo. La figura 14 muestra la relación entre dicho indicador operacional simple y los indicadores IDV e IRV. Sin perjuicio de que existe cierta correlación (a menor indicador operacional simple, mayor indicador IDV e IRV), hay dos casos opuestos que conviene destacar:

- Cerca del indicador operacional simple 96, la figura 14 presenta unos valores de indicadores IDV e IRV relativamente altos. Se trata de varios tipos de deterioro en los que, habiendo cumplido con la Carta de Servicios en la mayor parte de las ocasiones, los tiempos de respuesta de los casos en los que se ha sobrepasado el plazo de la Carta de Servicios han sido altos. Uno de estos tipos de deterioro es, precisamente, el de "Entorno – Vegetación", cuyo indicador gráfico se representa en la figura 9.
- En cambio, el indicador operacional simple de los deterioros de "Instalaciones – Otras" es de 94,44, debido a que en 2 de los 36 casos detectados se ha llegado más tarde de lo establecido en la Carta de Servicios. Ahora bien, los indicadores IDV e IRV son muy pequeños (del orden de milésimas). La figura 15 recoge el indicador

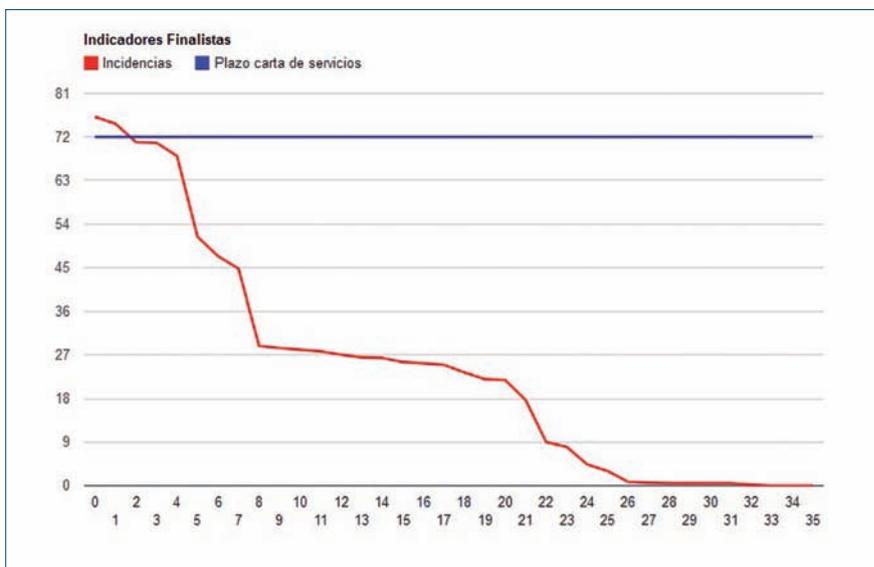


Figura 15. Indicador gráfico de deterioro de Vialidad "Instalaciones – Otras". Sector de Conservación TE-1, julio de 2011 a julio de 2013.

Tabla 3. Deterioros de Vialidad con indicadores relativamente altos. Sector TE-1 (Teruel). Período de julio de 2011 a julio de 2013.

Tipo de actuación de Vialidad	Plazo (Carta de Servicios) t (horas)	Nº total registros (n)	Nº fuera de plazo	Indicador operacional simple (% dentro de plazo)	S1 (sobre plazo) (horas)	S2 (bajo plazo) (horas)	IRV s1/s2	IDV S1/(n*t)
Señales de código	48	789	152	80,74	5.452,12	20.441,90	0,27	0,14
Barreras metálicas	72	909	118	87,02	3.918,37	38.578,38	0,10	0,06
Paneles direccionales	48	305	81	73,44	2.600,28	6.082,55	0,43	0,18
Blandones	48	94	16	82,98	575,43	3.225,90	0,18	0,13
Marcas Viales	120	143	30	79,02	3.059,32	9.586,45	0,32	0,18
Desprendimientos	144	7	2	71,43	415,78	574,32	0,72	0,41

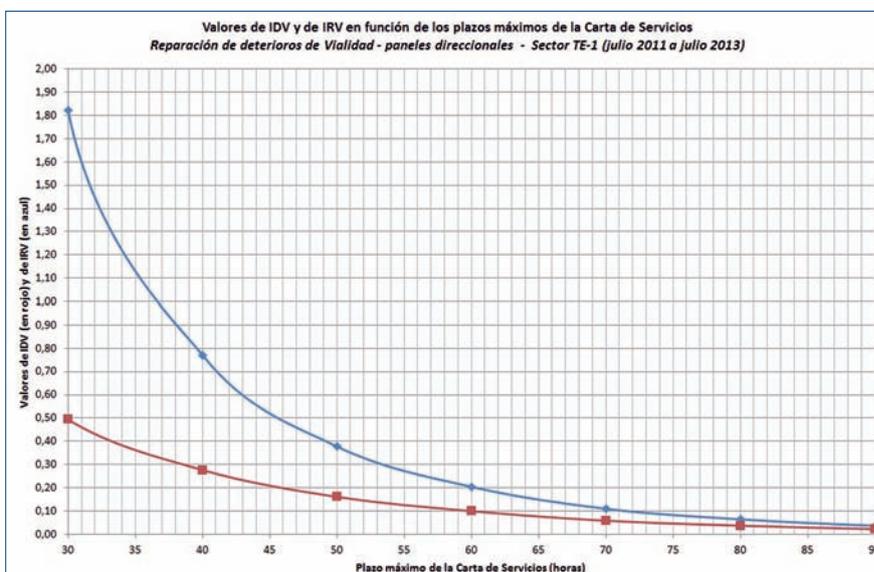


Figura 16. Valores de IDV y de IRV, en función del plazo máximo de la Carta de Servicios. Deterioro de Vialidad "Balizamiento – Paneles direccionales". Sector de Conservación TE-1, julio 2011 a julio 2013.

gráfico de este tipo de deterioro, y como puede observarse, los dos casos con mayor tiempo de respuesta exceden por muy poco del límite.

Estos dos ejemplos muestran la importancia de los indicadores IDV e IPV, con su dependiente IRV, para valorar realmente el comportamiento de los equipos de Vialidad.

En el conjunto de deterioros de Vialidad, los valores de IDV y de IRV han sido de 0,03 (ver tabla 2). Éste parece un límite razonable para los deterioros en la mayor parte de Sectores de Conservación (carreteras convencionales y autovías con tráfico medio, no urbanas ni periurbanas). En el caso del Sector TE-1, con los tiempos de respuesta implantados en la Carta de Servicios (julio de 2011 a julio de 2013), exceden notablemente de estos valores los casos que se muestran en la tabla 3.

Salvo en el caso de “Desprendimientos”, en el que se han dado solamente 7 casos, y en uno de ellos el tiempo de respuesta ha sido anormalmente elevado, en los demás casos no hay motivos especiales que justifiquen el valor alto de los índices, salvo que los plazos de la Carta de Servicios hayan sido algo cortos.

Para uno de estos casos, el de los deterioros de Vialidad “Balizamiento – Paneles direccionales”, cuyo indicador gráfico es el de la figura 11, se ha representado en la figura 16 la relación de los indicadores IDV e IRV, en función del plazo máximo de la Carta de Servicios. Para que el indicador IDV sea 0,03, el plazo debería ser de 84 horas (en lugar de las 48 horas que figuran en la actual Carta de Servicios), según se muestra con detalle en la figura 17.

Repetiendo este proceso con el resto de casos, se obtiene una Carta de Servicios razonable para la mayor parte de las carreteras, con las dotaciones actuales y con todos los tipos de deterioro limitados a valores de  $IDV \leq 0,03$ . Se ofrece esta Carta de Servicios en la tabla 4.

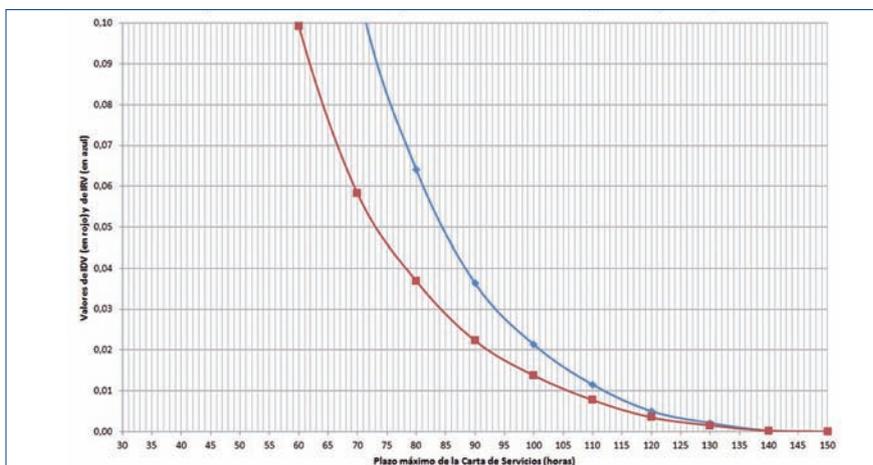


Figura 17. Valores de IDV y de IRV, en función del plazo máximo de la Carta de Servicios. Deterioro de Vialidad “Balizamiento – Paneles direccionales”. Sector de Conservación TE-1, julio 2011 a julio 2013.

Tabla 4. Carta de Servicios de Vialidad que se propone (en rojo, los plazos modificados por la propuesta frente a los de la Carta de Servicios aplicada en la Demarcación de Carreteras del Estado en Aragón hasta julio de 2013).

Tipo	Subtipo	Plazo máximo (horas)
<b>ATENCIÓN DE ACCIDENTES</b>		
Atención de accidentes	Todos	1
<b>INCIDENCIAS</b>		
Incidentes	Todas	1
<b>DETERIOROS DE VIALIDAD</b>		
Pavimentos	Baches	48
	Roderas	144
	Otros deterioros	144
Obras de tierra	Blandón	83
	Otros	144
	Deslizamientos	144
Drenaje	Desprendimientos	144
	Superficial	144
	Subterráneo	144
Entorno	Pintadas	144
	Vertido de materiales fuera de la plataforma	144
	Otras	240
Obras de fábrica	Vegetación	144
	Obras de fábrica	144
	Señalización vertical	Señales de código
Marcas viales	Carteles y flechas	480
	Otras	72
	Marcas viales	240
Balizamiento	Hitos de arista	48
	Paneles direccionales	84
	Hitos H-75	48
Elementos de defensa	Otros	48
	Barreras metálicas	88
	Pretiles metálicos	144
Instalaciones	Barreras o pretiles de hormigón	144
	Otros	144
	Semáforos	24
	Luminarias	72
	Otras	72

## 7. Conclusiones. Hacia un nuevo concepto de indicadores de Vialidad

A modo de conclusión, cabe reseñar lo siguiente:

- El cumplimiento de los plazos máximos de la Carta de Servicios no siempre es posible, salvo establecimiento de plazos muy laxos o disposición de equipos excesivamente dotados, por encima de lo normal.
- En consecuencia, los indicadores operacionales simples de valor 100 son, en la práctica, inalcanzables.
- Los indicadores operacionales simples no muestran con rigor el comportamiento real de los equipos de Vialidad.
- Resulta más adecuado definir el indicador de Demora de Vialidad, para cualquier tipo de atención de accidentes, incidencia o reparación de deterioro como:

$$IDVi = s1i / (ti * ni)$$

donde:

- IDVi es el Indicador de Demora de Vialidad para un determinado tipo de incidencia, de atención de accidentes o de reparación de deterioro de Vialidad.
- s1 se define como la suma, en horas, del exceso de tiempos de respuesta respecto al plazo máximo establecido en la Carta de Servicios, en los casos en los que se ha sobrepasado dicho plazo.
- t es el plazo máximo, establecido por la Carta de Servicios. n es el número total de registros.
- En los casos más comunes (Sectores de Conservación con carreteras convencionales y autovías con tráfico medio, en tramos no urbanos ni periurbanos de importancia), el objetivo de la gestión de la Vialidad debe ser que:

$$IDVi \leq 0,03$$

- En los casos de indicadores de Vialidad contractuales, el régimen de penalizaciones por incumplimiento de la Carta de Servicios (en definitiva, del Pliego), debería partir de la cantidad anterior (es decir, para

casos de IDVi > 0,03), pudiendo establecer distintos grados de penalidad, que podría, a su vez, ser compensada para valores bajos del indicador IRVi (del orden de 0,05 o menores). IRV se define como el cociente  $s1/s2$ , donde S2 es la superficie (en horas) del área comprendida entre la curva de tiempos de respuesta y el límite superior de la Carta de Servicios.

- Con los medios de conservación que se disponen habitualmente en la Red de Carreteras del Estado, la Carta de Servicios que permite alcanzar, con una buena gestión de la Vialidad, los valores IDVi  $\leq 0,03$ , es la que se muestra en la tabla 4.

## 8. Bibliografía

- [1] MOPU (1987) "Catálogo de Operaciones de Conservación de Carreteras".
- [2] MINISTERIO DE FOMENTO "Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares de los contratos de servicios de asistencia técnica para la ejecución de diversas operaciones de conservación y explotación... Anejo nº 2 (Instrucciones para programación, seguimiento e información)". Ministerio de Fomento. Dirección General de Carreteras (el Pliego original es de 1996).
- [3] MINISTERIO DE FOMENTO (1996) "Sistema de gestión de las actividades de conservación ordinaria y ayuda a la vialidad GSM". Centro de Publicaciones del Ministerio de Fomento.
- [4] VARIOS (2002) "VIII Jornadas Nacionales sobre conservación de carreteras" (gestión e indicadores). Vitoria-Gasteiz, 18 a 21 de junio de 2002. Editado por la Asociación Técnica de Carreteras (ATC).
- [5] PIARC 2000-2003 Comité Técnico C6 "Indicadores de comportamiento". Disponible en la web de la ATC: <http://www.atc-piarc.com>
- [6] VARIOS (2004) "IX Jornadas de Conservación de Carreteras". Salamanca. Asociación Técnica de Carreteras.
- [7] VARIOS (2006) Jornada Técnica sobre Indicadores en la gestión de la conservación de carreteras. Valencia. CD editado por ACEX, Asociación Española de la Carretera y otros.
- [8] VARIOS (2006) "X Jornadas de Conservación de Carreteras". Cáceres. CD editado por la Asociación Técnica de Carreteras.
- [9] MINISTERIO DE FOMENTO (2007). Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares que ha de regir el contrato de Concesión de Obras Públicas para la Conservación y Explotación de autovías de primera generación.
- [10] VARIOS (2007) "Jornada de Atención de Incidencias en tiempo real". Teruel, 6 de noviembre de 2007.
- [11] ACEX, Asociación Española de la Carretera y otros. Ponencias disponibles en [www.acex.ws/](http://www.acex.ws/).
- [12] CASAS NAGORE, Carlos (2007). "La gestión de la explotación de carreteras mediante indicadores". Editado por la ATC.
- [13] VARIOS (2008). XI Jornadas de Conservación de Carreteras. Tarragona. Asociación Técnica de Carreteras. [http://www.atc-piarc.com/jornadas\\_historico.php?jID=44](http://www.atc-piarc.com/jornadas_historico.php?jID=44).
- [14] VARIOS (2008). Jornadas sobre optimización en la gestión de carreteras. Asociación Técnica de Carreteras. [http://www.atc-piarc.com/jornadas\\_historico.php?jID=46](http://www.atc-piarc.com/jornadas_historico.php?jID=46).
- [15] VARIOS (2010). XII Jornadas sobre conservación de carreteras. Madrid. Asociación Técnica de Carreteras. [http://www.atc-piarc.com/jornadas\\_historico.php?jID=64](http://www.atc-piarc.com/jornadas_historico.php?jID=64).
- [16] VARIOS (2010). Los indicadores en conservación. Avanzando hacia una gestión más eficiente. Madrid.
- [17] ACEX y Asociación Española de la Carretera. [http://www.acex.ws/index.php?option=com\\_jornadastecnicas&Itemid=114&task=viewcategory&vcatid=68](http://www.acex.ws/index.php?option=com_jornadastecnicas&Itemid=114&task=viewcategory&vcatid=68)
- [18] VARIOS (2011). Jornada Técnica sobre el estado actual de los sistemas de información geográfica. Aplicación a la ingeniería civil. Madrid. ATC. [http://www.atc-piarc.com/jornadas\\_historico.php?jID=71](http://www.atc-piarc.com/jornadas_historico.php?jID=71).
- [19] PLATAFORMA WEB DE GESTIÓN de la Demarcación de Carreteras del Estado en Aragón (Ministerio de Fomento). Desarrollo web de la Agenda de Vialidad: Iternova S.L., Zaragoza. [www.carreterasaragon.com](http://www.carreterasaragon.com) ❖



# 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.



*Inventemos el futuro*

# Análisis histórico y actual de las soluciones dadas a las crisis de las sociedades concesionarias de autopistas de peaje



Historical and current analysis of the solutions given to the crises in the spanish toll road companies

**Joaquín Prior Perna**

*Miembro del Comité de Financiación  
Asociación Técnica de Carreteras*

## Resumen

Las concesionarias de autopistas de peaje españolas han pasado, a lo largo de los últimos cincuenta años, por momentos de dificultad. La mayor parte de ellas han superado las crisis y se han fortalecido con ellas, gracias a lo cual han obtenido posteriormente buenos resultados y han sido la base para que los grandes grupos españoles se hayan expandido por muchos países y sean actualmente líderes en el mercado mundial del sector.

Este trabajo describe las relaciones entre los factores que condicionan los resultados de una concesionaria, las circunstancias de las crisis habidas, las causas que las han provocado y la forma en la que han sido resueltas.

Actualmente nos encontramos en España con una crisis generalizada en muchos sectores de la economía. En el Sector de autopistas de peaje también, especialmente en las empresas jóvenes en las que se dan los principales elementos que las desencadenan, caídas de tráfico, dificultades de financiación, etc.

Especial referencia se hace a las nacionalizaciones de Audasa, Aucalsa y Audenasa y a la creación de la Empresa Nacional de Autopistas (Enausa), en 1984, (el autor de este trabajo fue el primer Director General de Enausa), a las medidas adoptadas para el saneamiento de esas sociedades, y su posterior privatización, realizando el correspondiente balance de la operación, tanto en sus aspectos estrictamente económicos como teniendo en cuenta otras consideraciones. Esto es interesante cuando, como ahora, se plantean nuevas nacionalizaciones.

Analizar las causas de las crisis y ver las soluciones adoptadas anteriormente es muy interesante ahora para vislumbrar las medidas que convendría adoptar para reequilibrar las concesiones con dificultades, potenciar las saneadas y tomar las medidas que puedan racionalizar y homogeneizar la red de alta capacidad española.

**PALABRAS CLAVES:** Autopistas, peaje, soluciones, historia crisis, nacionalizaciones y privatizaciones, homogeneización, expansión internacional.

## Abstract

The Spanish Toll Road concessionaires have experienced periods of hardship during the last 50 years. Most of them have overcome those crises and have strengthened, obtaining subsequent good financial results and creating the basis for the expansion of the big Spanish Groups into the global market in which they have become world leaders in this sector.

This report describes the factors which influence the results obtained by the toll road companies, the circumstances surrounding past crises, the causes of those crises and the measures implemented in order to solve them.

Currently Spain is submerged in a crisis which spreads across a large number of economic sectors. The toll road sector is not an exception; this crisis is particularly acute among young companies in which factors such as plummeting traffic volumes and difficulties with financing further contribute to the problem.

This article pays special attention to the nationalizations of Audasa, Aucalsa y Audenasa and to the establishment of the "Empresa Nacional de Autopistas" (Enausa), in 1984, (the author was its first Managing Director); to the measures taken to restructure these companies, and their posterior privatization. This report also carries out a review of these processes taking into account economic factors as well as more general considerations; these analyses are relevant at this point in time when new nationalizations are being considered.

Analyzing the causes of past crises and the solutions adopted to solve them in the past is interesting in order to help to formulate measures to rebalance the concessionaires with difficulties, to strengthen the viable ones, and to guide the design of future measures which lead to the rationalization and homogenization of the Spanish high-capacity roads network.

**KEY WORDS:** Motorway, toll road companies, solutions, historic crisis, nationalizations and privatizations, homogenization, international expansion.

## 1. Introducción

Prácticamente todas las sociedades concesionarias han pasado por momentos difíciles, incluso las que actualmente son empresas muy saneadas y rentables. La mayor parte de las mismas han superado las crisis, pero algunas no, produciéndose nacionalizaciones y rescates cuya problemática estudiaremos.

En las páginas siguientes se pretende analizar las crisis, sus causas, efectos y las soluciones dadas a las mismas, para estudiar las posibilidades de aplicación a la situación actual.

El objetivo de este trabajo es principalmente histórico y por tanto limitado, sin perjuicio de pretender obtener conclusiones que puedan ser de utilidad actualmente.

Igualmente pretende explicar, de manera sencilla y simplificada, las principales características teóricas de los contratos de concesión de autopistas de peaje para facilitar la comprensión de los acontecimientos ocurridos.

Todo lo que se expone a continuación pretende reflejar los problemas que han tenido las concesionarias y las soluciones dadas. Podríamos decir que es la parte menos brillante de la historia del sistema concesional español. Por eso no tenemos que olvidar la parte más positiva como ha sido la contribución, muy importante, al desarrollo de las infraestructuras españolas, al progreso económico del país, y que la experiencia adquirida, principalmente en las sociedades

que superaron las crisis, ha sido la base para sus posteriores buenos resultados y para la expansión internacional de los grandes Grupos españoles, que hoy son líderes en el mercado mundial de esta actividad.

### 1.1. Principales factores que condicionan la rentabilidad de las concesiones

Las crisis en el sector de concesiones de autopistas de peaje se han producido como consecuencia del deterioro de las expectativas de rentabilidad de las sociedades. Por ello, es interesante analizar los factores que condicionan esas expectativas.

Como es bien conocido los principales factores que determinan la rentabilidad de una concesión son:

- Inversión inicial, en construcción, expropiaciones, equipos de tráfico, peaje y gestión.
- Tráfico inicial y su variación a lo largo del tiempo.
- Tarifas iniciales y sistema de revisión.
- Gastos financieros, tipos de interés.
- Gastos de explotación.
- Plazo de concesión.
- Sistema contable.
- Porcentaje de capital exigido

Entre todos estos factores pueden establecerse relaciones. Los gráficos que las reflejan representan las relaciones entre dos de esos factores, suponiendo que todos los demás permanecen constantes. En las páginas siguientes nos referiremos a los tres primeros factores, por

ser los más importantes y los que más influyen en la rentabilidad de una concesión. El resto está también analizado en el libro Las Autopistas de Peaje en España.

Las inversiones iniciales en las autopistas de peaje son, siempre, muy elevadas. Estas inversiones son acometidas con recursos propios del concesionario, normalmente entre un 10% y un 30% del total, y con recursos ajenos el resto. Por tanto, la inversión condiciona el capital aportado y el endeudamiento, y éste el coste financiero.

Entre los componentes principales de la inversión merecen destacarse el coste de construcción, el coste de las expropiaciones, el coste de los equipos e instalaciones, los intereses intercalarios durante el periodo de construcción y los gastos generales y de gestión durante ese tiempo.

La importancia relativa de cada componente depende, evidentemente, de las características de cada proyecto y pueden variar bastante.

Simplificando, y para dar una idea orientativa, podríamos decir que la inversión total puede oscilar, para una autopista de dos más dos carriles, entre 3,5 millones de euros/km y 25 millones de euros/km. De este total, en un caso tipo, aproximadamente, un 10 % podrían ser costes de expropiación, un 80 % coste de construcción, un 5 % intereses intercalarios, un 3 % instalaciones y equipos y un 2 % gastos generales y de gestión.

En la figura 1 se refleja la sensibilidad de la Tasa de Rentabilidad del Capital, a

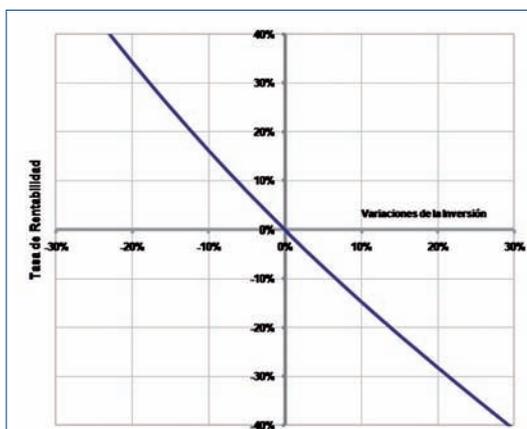


Figura 1. Relación de la inversión inicial con la rentabilidad de la concesión.

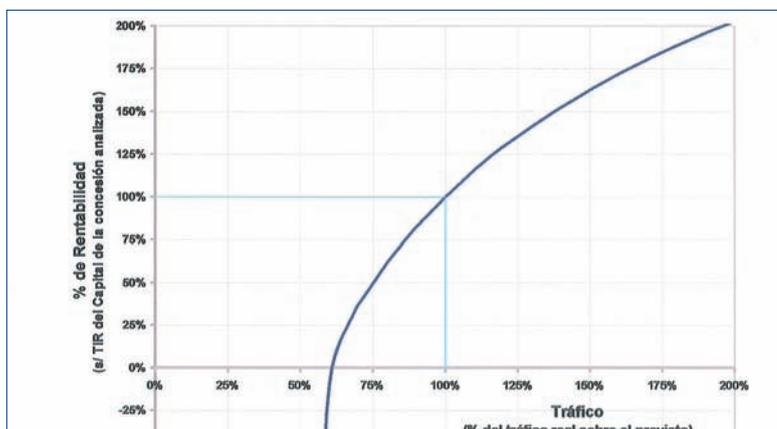


Figura 2. Relación entre la Rentabilidad y el Tráfico.

las variaciones de la inversión total. Así vemos que, por ejemplo, un incremento de la inversión prevista en un 20 % supone una reducción de la tasa de rentabilidad, aproximadamente, del 30 %. En cambio, una reducción del 20 % de dicho coste mejora sustancialmente la rentabilidad de la concesión.

El coste de construcción es el más importante de los componentes de la inversión y por tanto a él es especialmente aplicable todo lo dicho sobre los efectos de sus desviaciones en la rentabilidad de la concesión.

Los incrementos de la inversión comprometen la rentabilidad de la concesión y, por tanto, es muy importante proyectos de calidad pero de costo moderado y una realización de las obras a precios lo más bajo posible. Desviaciones del coste de la construcción, por imposiciones de la Administración u otras razones, hacen peligrar gravemente el futuro de las concesiones, si no tienen compensación adecuada.

En las autopistas de peaje españolas las expropiaciones son gestionadas conjuntamente por la Administración y las sociedades concesionarias y pagadas íntegramente por éstas últimas; quedando los terrenos expropiados en propiedad de la Administración concedente. En definitiva, el coste de las expropiaciones forma parte, en su totalidad, de la inversión de la concesionaria, por tanto las desviaciones por este concepto puede también comprometer el futuro de las concesiones, como veremos detalladamente más adelante.

El Tráfico es otro factor determinante para la viabilidad de una concesión. La previsión del tráfico que tendrá una autopista de peaje es de muy difícil realización. La Administración concedente realiza sus estudios de tráfico, que normalmente aporta, formando parte de la documentación para la licitación. Los grupos promotores hacen sus propios estudios y encargan otros a empresas especializadas. A pesar de todo eso, son frecuentes desviaciones importantes de tráfico real sobre el tráfico previsto, especialmente en los años iniciales. Los factores principales

determinantes del tráfico en una autopista de peaje son:

- Tráfico del corredor
- Situación de la carretera alternativa
- Tarifas
- Nivel de servicio
- La percepción subjetiva de los usuarios. El desarrollo de la zona, etc.

En la figura 2 se aprecia la relación y el efecto que producen en la rentabilidad de la concesión, las desviaciones del tráfico en un caso concreto y considerando que todos los demás factores permanecen constantes. Se parte del supuesto de que la relación entre el tráfico real y el previsto se mantiene durante todo el plazo concesional.

Las desviaciones negativas repercuten más que proporcionalmente en la rentabilidad. Así se comprueba que desviaciones importantes del tráfico previsto conducen a la inviabilidad de la concesión, si las desviaciones se mantienen a lo largo de la vida de la concesión. Puede suceder, y es bastante habitual, que esta falta de tráfico se produzca en los primeros años y se vaya recuperando en los años siguientes y, finalmente, incluso supere los tráficos previstos. En este caso, es claro que la desviación inicial tiene menos importancia.

Veamos ahora cómo influye el coste financiero en la rentabilidad de una concesión. Dados los importantes volúmenes de inversión, y por tanto de endeudamiento que precisan las sociedades con-

cesionarias de autopistas de peaje, los gastos financieros son el elemento de coste más importante en los primeros años, y están directamente relacionados con los tipos de interés existentes en el mercado. Para obtener el coste financiero de cada sociedad, hay que añadir los diferenciales a los valores del Euribor las comisiones aplicadas en cada préstamo el coste derivado de coberturas de tipos, etc.

Como se aprecia en la figura 3, incrementos importantes del coste financiero reducen fuertemente la rentabilidad o conducen a la inviabilidad de la concesión si se mantienen durante mucho tiempo.

## 1.2. Evolución temporal de los resultados y de la deuda de una concesionaria tipo

Las concesiones de autopistas de peaje tienen una serie de características que la diferencian de las concesiones del resto de los sectores. En primer lugar, la construcción de la autopista exige una fuerte inversión, la aportación de de Fondos Propios y el correspondiente endeudamiento. A continuación, durante un período relativamente largo los tráficos e ingresos son reducidos y los gastos financieros muy elevados, por lo que se producen pérdidas importantes. Esa "travesía del desierto" puede durar entre 10 y 15 años, Pasados los cuales, finalmente, se van produciendo

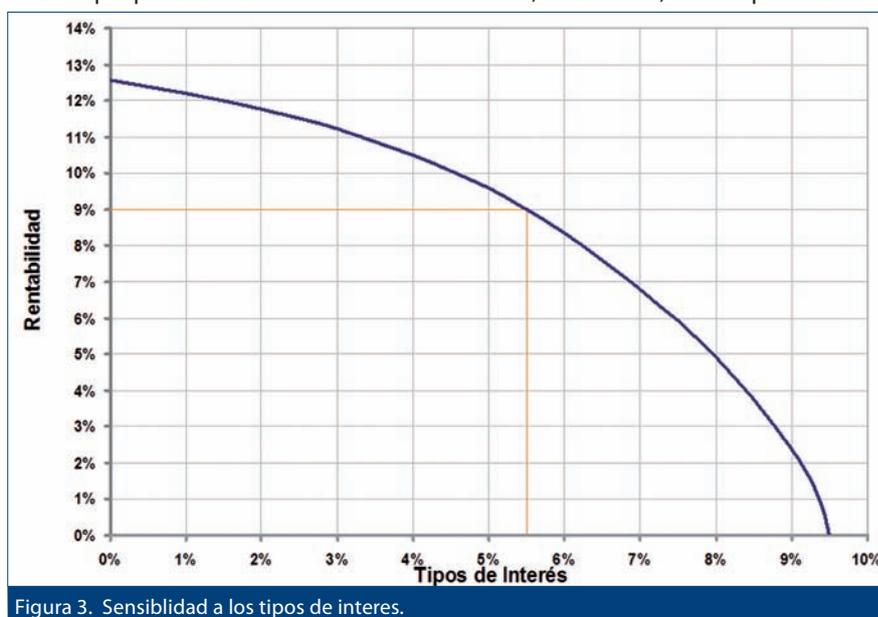


Figura 3. Sensibilidad a los tipos de interés.

beneficios crecientes hasta el final de la concesión. Esta característica se ha visto acentuada por el hecho de que muchas de las sociedades concesionarias tenían como objetivo social la construcción y explotación de una sola concesión. En otros sectores, también con períodos de maduración largos, al existir dentro de la

misma sociedad diferentes concesiones con inicios escalonados a lo largo del tiempo, no han tenido esas características tan acentuadas, como consecuencia de las compensaciones establecidas entre ellas.

Al objeto de reflejar esa situación en un caso real se incluye la figura 4 repre-

sentativa de la evolución de una concesión. En la misma se indica la cuantía de las inversiones iniciales en la autopista, las pérdidas de los primeros ejercicios y la retribución aproximada obtenida por los accionistas en los últimos años. Igualmente se adjunta la figura 5 con la evolución de la deuda y de los resultados en el periodo de una concesionaria tipo.

## 2. Las causas de las crisis en las autopistas de peaje españolas a lo largo del tiempo

Desde la primera concesión de autopistas de peaje en España han ido sucediendo diferentes momentos de crisis que han afectado, prácticamente, a todas las concesionarias.

Las crisis aparecen cuando se producen importantes desviaciones entre la realidad y las previsiones en los factores que determinan la rentabilidad; es decir, principalmente cuando los tráficos son inferiores a los previstos, los costes de la inversión se disparan, y los costes financieros se elevan o resulta muy difícil la refinanciación de los préstamos.

Las causas de las crisis pueden dividirse en tres grandes grupos, las que produce las propias características de la concesión, las originadas por la evolución económica general, las que son consecuencia de la planificación histórica y de las deficiencias regulatorias.

### 2.1. Causas intrínsecas. "La travesía del desierto"

Una parte de esas difíciles situaciones han sido y son, consecuencia de las propias características del negocio concesional. Del gráfico expuesto en el punto anterior se desprende que el periodo de maduración de una concesión es largo. Los primeros 10 o 15 años se producen pérdidas importantes, una verdadera "travesía del desierto" durante la cual la debilidad es manifiesta. Si en ese periodo se producen además otras circunstancias difíciles, la situación puede ser y generalmente ha sido, en ese periodo, delicada para las sociedades concesionarias.

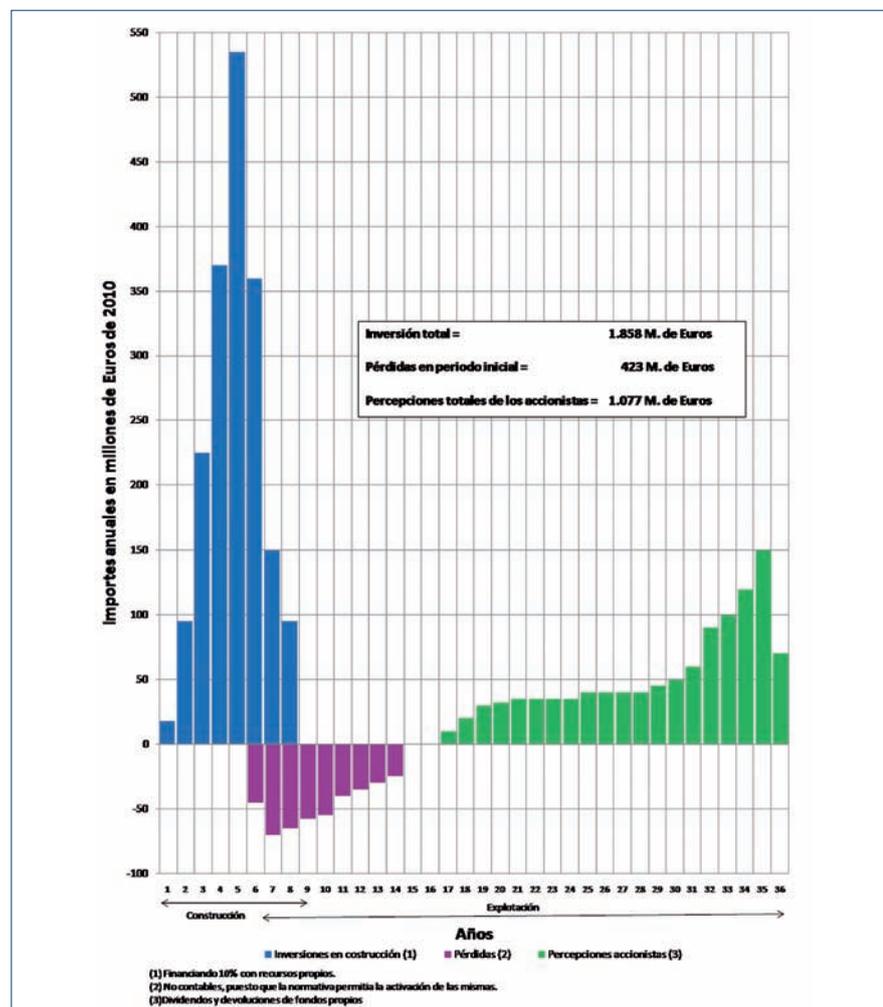


Figura 4. Evolución de las principales magnitudes de una concesionaria.

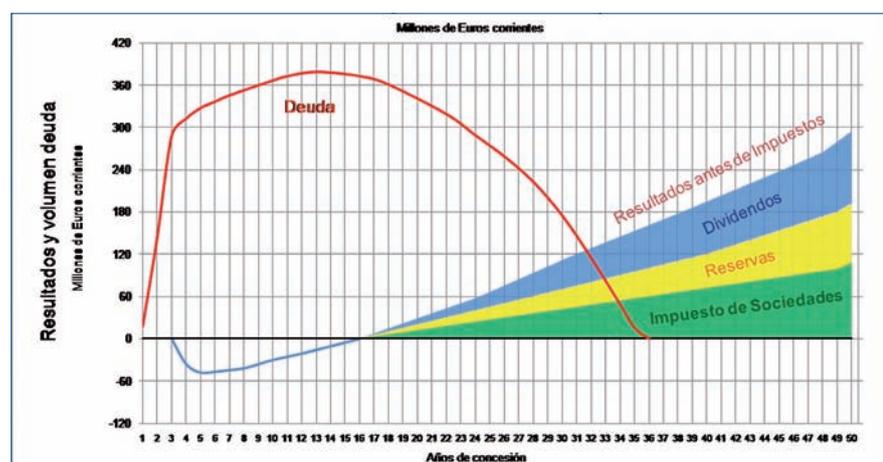
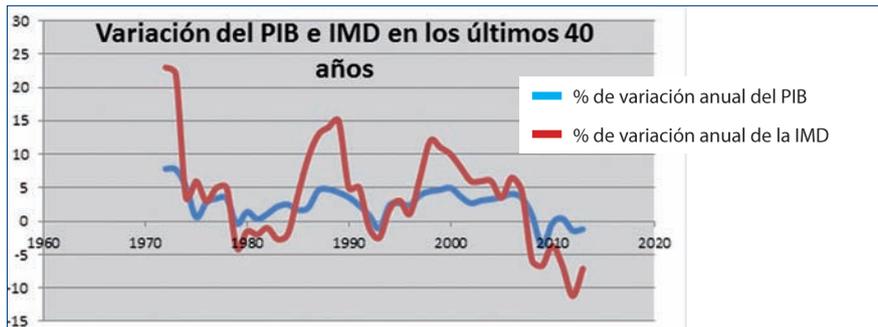


Figura 5. Evolución de la deuda y de los resultados en el periodo concesional.



Figura 6. Autema-Acesa.



Años	% sobre el año anterior		Años	% sobre el año anterior	
	Variación PIB	Incrementos de tráfico		Variación PIB	Incrementos de tráfico
1972	7,8	23	1993	-1,-	-2,5
1973	7,7	22	1994	2,4	1,8
1974	5,2	3,6	1995	2,7	3,1
1975	0,6	6	1996	2,4	1,1
1976	2,8	3	1997	3,9	6,5
1977	3,4	5	1998	4,5	12
1978	3,4	5	1999	4,7	11
1979	-0,4	-4	2000	5	10
1980	1,4	-1,5	2001	3,7	8
1981	0,3	-2	2002	2,7	6
1982	1,1	-1	2003	3,1	6
1983	2,2	-2,7	2004	3,3	6
1984	2,5	-2	2005	3,6	3,5
1985	1,7	3,9	2006	4,1	6,5
1986	2	9,4	2007	3,5	4,5
1987	4,6	12,9	2008	0,9	-5,8
1988	4,8	14	2009	-3,7	-6,7
1989	4,3	15	2010	-0,3	-3,7
1990	3,6	5	2011	0,4	-6,7
1991	2,4	5,1	2012	-1,4	-11,2
1992	0,9	-1	2013 (9 meses)	-1,2	-7,1

Figura 7. Variación PIB e IMD, periodo 1972 - 2013.

Incluso las sociedades concesionarias hoy más solidas y solventes han tenido esos periodos. Por citar algún ejemplo, que hoy puede parecer sorprendente, no hay más que recordar la situación de ACESA en los años 70 y principios de los 80 y su paso por el Fondo de Garantía de Depósitos. Lo mismo puede decirse en estos años de IBERPISTAS, EUROPISTAS, AUMAR, etc.

## 2.2. Efectos de las crisis económicas

Las diferentes crisis económicas generales han repercutido muy negativamente en los tráficos y por tanto en los ingresos de las sociedades concesionarias, como se refleja en la figura 7.

En el periodo 1972-2013 se han producido las siguientes variaciones del PIB en España y de los tráficos en el sector de autopistas de peaje españolas, medidos en incrementos anuales sobre el año anterior (figura 7).

La figura 7 indica la evolución del PIB y de los tráficos en las autopistas de peaje, desde 1972 a 2013, es decir, aproximadamente, en los últimos 40 años. Las variaciones del tráfico son las de la Intensidad Media Diaria (IMD).

Vemos pues, que las variaciones positivas y negativas del PIB han afectado fuertemente a los incrementos de los tráficos, que han sido negativos en los años 1979-1984, 1991-1992 y especialmente en 2008-2013. En cambio ha habido otros periodos con crecimientos próximos o superiores al 10 %, que comentaremos más adelante. En general las variaciones del tráfico han tenido oscilaciones superiores a las del PIB, amplificando sus movimientos, tanto en sentido positivo como negativo. Incluso en este último caso, con incrementos muy pequeños del PIB, los tráficos han bajado.

Con incrementos del PIB inferiores aproximadamente al 2 % los tráficos han decrecido. Es decir que, históricamente, han sido necesarios aumentos del PIB superiores al 2 % para que crecieran los tráficos. En cualquier caso esta conclusión es posible que no sea exactamente aplicable a la realidad actual y futura.

### 2.3. Defectos de Planificación Histórica e Insuficiente regulación de riesgos

Otro aspecto fundamental en la explicación de las crisis han sido los defectos de planificación y regulación del sector que ha producido la heterogeneidad de la red, la construcción y mejora de vías alternativas a las autopistas y la insuficiente regulación de los riesgos.

La red de alta capacidad existente, formada por autopistas de peaje, autopistas de peaje en sombra, pago por disponibilidad, y autovías, presenta una importante diversidad en diferentes aspectos, pero la más importante se refiere al pago o no por los usuarios.

Para el conjunto de la Red, el motivo más importante de heterogeneidad es el que se deriva de la forma en que se financian las diferentes vías. Mientras las autopistas de peaje son financiadas indirectamente por los usuarios a través del peaje, las autovías son financiadas por todos los contribuyentes, sean o no usuarios de la autopista. Lo mismo sucede con el peaje en sombra. La elección entre vías libres y de peaje ha sido consecuencia de circunstancias históricas y no corresponde a criterios claramente determinados; esta distribución se deriva de los criterios políticos del momento histórico en que fueron planeadas, y no es fruto de un sistema racionalmente planificado.

Como consecuencia de la heterogeneidad se ha producido un agravio comparativo que ha sido causa de contestación en las comunidades autónomas donde predomina el peaje y en algunas zonas servidas por vías de pago.

La construcción y mejora de vías alternativas a las autopistas de peaje ha tenido su máxima expresión negativa en la aplicación del principio de la necesidad de existencia de una vía alternativa gratuita de similares características, planteamiento que no tiene precedentes en el mundo y que produce una mala asignación de los recursos escasos.

Este principio, que ha sido defendido y aplicado por algunos políticos y por Gobiernos de diferentes ideologías, es el principal causante de las grandes

desviaciones de tráfico, entre las previsiones y la realidad, en las autopistas de peaje españolas, aunque también ha sido muy negativa la continuada mejora de los itinerarios alternativos, que se ha producido en casi todos los corredores. Incluso el PEIT 2005-2020, en el capítulo 5.2.1, apartado b) dice literalmente:

“La concesión de autopistas de peaje estará supeditada en primer lugar al cumplimiento de los objetivos de cohesión territorial y funcionalidad establecidos en el PEIT, y en segundo lugar a que exista una vía de gran capacidad, libre de peaje que por su trazado, diseño y estado de conservación constituya una alternativa real a la autopista de peaje”

La realización de importantes inversiones en las vías alternativas gratuitas produce una ineficiente aplicación de los recursos escasos y evidentemente coloca a las autopistas de peaje en una situación insostenible, en corredores poco saturados. Es evidente, que el usuario optará mayoritariamente por el uso de la vía gratuita, si las condiciones son similares en características y tráfico. Afortunadamente parece que últimamente se está empezando a reconsiderar este punto y en el PITVI ya no figura esta nefasta condición.

Otro aspecto importante es la insuficiente regulación de riesgos. Como es conocido, el contrato de concesión de una autopista de peaje es un acuerdo entre la Administración concedente y una sociedad concesionaria, en el que ésta se compromete a construir, explotar y mantener una autopista en determinadas condiciones, a cambio del derecho a percibir unos peajes de los usuarios, y en algunos casos diversas compensaciones de aquella Administración concedente.

La asunción del riesgo de construcción y explotación de la autopista por la sociedad concesionaria forma parte del concepto de concesión y así debe ser, al menos en una parte sustancial, si no se quiere desvirtuar su identidad. No obstante lo anterior, ese principio básico exige algunas matizaciones. Es evidente que la sociedad concesionaria debe asumir riesgos, pero ¿todos los riesgos?.

Las concesiones se desenvuelven en un marco legal regulado por las Administraciones Públicas concedentes y pueden estar muy influidas por otras actuaciones de esas administraciones, fuera del ámbito de los propios contratos concesionales. Por esta razón es preciso distinguir entre los riesgos puramente concesionales y los derivados de otras actuaciones, directas o indirectas de aquellas Administraciones.

En la exposición de motivos de la Ley 13/2003, reguladora del contrato de concesión de obra pública, se indica, que uno de los rasgos que caracteriza el contrato de concesión es la asunción del riesgo de construcción y explotación, pero se añade a continuación que “Evidentemente, en un contrato de larga duración por naturaleza, la asunción del riesgo, ante la imposibilidad de predecir con un margen razonable de error el futuro, no puede transformar el contrato en un negocio aleatorio por lo que en coherencia se impone moderar adecuadamente los límites del riesgo, si se quieren atraer la participación del capital y la iniciativa privada en inversiones cuyo volumen exige el esfuerzo compartido de los sectores públicos y privado. Debe destacarse, sin embargo, que la asunción de riesgo en “proporción sustancial” por el concesionario resulta determinante para que el contrato de concesión merezca tal calificación”.

La Ley 30/2007 de Contratos del Sector Público se pronuncia en términos parecidos. Igualmente el Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público, de 14 de Noviembre de 2011, R.D. Legislativo 3/2011 regula este aspecto en el art. 258.

La regulación actual de los riesgos viene condicionada por los criterios europeos de Contabilidad Pública. EUROSTAT exige, para que un contrato pueda considerarse privado y no sea preciso registrarlo en la Contabilidad Pública, que el privado soporte el riesgo de construcción y también la mayoría del riesgo de demanda o del de disponibilidad. Por tanto esos criterios deben considerarse y merecen un estudio individualizado y detallado, que no se realiza en este trabajo.

Como ejemplo de esa insuficiente regulación citaremos el reciente de las expropiaciones en las Radiales de Madrid y otras concesiones.

De acuerdo con la normativa vigente, el proceso de determinación de justiprecio pasa por el mutuo acuerdo con los expropiados, o bien por las actuaciones del Jurado Provincial de Expropiaciones que fija los valores concretos. En caso de que las partes estén en desacuerdo con los valores fijados por los Jurados, pueden recurrirlos ante la Jurisdicción Contencioso-Administrativa, pudiendo continuar, en su caso, hasta el Tribunal Supremo. En principio, el riesgo de que las expropiaciones se desvíen de lo previsto es de la sociedad concesionaria. Es decir, si se ha producido una elevación natural de los precios de los terrenos o cualquier otra circunstancia normal, que pudiera haber sido prevista por el concesionario, debe ser asumida.

Otra cosa diferente es que se produzcan cambios en la normativa legal, o en los criterios seguidos hasta entonces por los Tribunales, u otras circunstancias imprevisibles que cambie las reglas del juego generalmente aceptadas hasta ese momento. Los costes adicionales en estos casos, deben ser asumidos por la Administración, o compensados, restableciendo a la sociedad concesionaria el equilibrio económico-financiero.

Este sería, por ejemplo, el caso de que se produjera un cambio de la calificación de los terrenos, pasando de rústicos a urbanos, después de haber sido licitada la concesión.

Igualmente, un cambio en la legislación o en los criterios jurisprudenciales de expropiaciones, producido después de la adjudicación de la concesión debería ser compensado por la Administración.

Ese debiera ser el caso de las expropiaciones de las autopistas radiales de Madrid y otras, donde el Jurado provincial de Expropiaciones y los Tribunales, están manteniendo un criterio insólito que supone incrementos astronómicos de los costes de las mismas. Considera el Jurado que los terrenos rústicos por los que va a discurrir la autopista van

a ser destinados a sistemas generales viarios y les aplica los valores de suelo urbanizable totalmente irreales. Este es evidentemente un cambio de criterio que no puede ser previsto, por lo que es imprescindible el restablecimiento del equilibrio, ya que, de ninguna manera, el disparatado incremento de coste puede ser soportado por las concesionarias.

### 3. Las diferentes soluciones dadas a las crisis

En los últimos cincuenta años las soluciones dadas a las crisis del sector de autopistas han sido numerosas y variadas. En muchos casos se ha restablecido el equilibrio económico-financiero con modificaciones concesionales. En otros pocos se ha procedido a la nacionalización de las sociedades. En otros, también escasos, se ha acordado la extinción de las concesiones por mutuo acuerdo o al rescate de las mismas. También se han utilizado las fusiones con otras sociedades unidas a cambios en los términos de las concesiones.

En los próximos puntos analizaremos todas esas actuaciones con la finalidad de estudiar las similitudes con la situación actual y las posibilidades de su utilización en la crisis actual.

#### 3.1. Los reequilibrios y las modificaciones concesionales

Las modificaciones concesionales consisten en la realización de cambios en la normativa reguladora de la concesión actuando en cualquiera de los factores que determinan la rentabilidad de una concesión. Los factores más habitualmente utilizados en las modificaciones concesionales son el plazo de concesión, las tarifas, y las inversiones, pero hay muchos más factores que también se usan como son el tráfico, el sistema de revisión de tarifas, etc. Cuando se produce un cambio imprevisible en uno de estos factores en una concesión, al menos hay que cambiar otro si queremos restablecer el equilibrio concesional, para que la concesión vuelva a tener

las expectativas de rentabilidad que tenía antes de que se deterioraran.

En España ha habido muchas modificaciones concesionales. Unas veces se ha realizado el reequilibrio concesional para vencer dificultades en la sociedad. En otros casos han servido para compensar la gratuidad de algunos tramos, para la reducción de tarifas o para la construcción de nuevos tramos de autopista o la ampliación de existentes, etc., es decir para corregir previamente el desequilibrio que, de otra forma, producirían esas actuaciones.

La posibilidad del restablecimiento del equilibrio concesional está incluida en la Ley de concesiones de 2003 e igualmente el T.R. de Ley de Contratos del Sector Público, R.D. Legislativo 3/2011, cuyo artículo 258 regula este aspecto.

“Artículo 258. Mantenimiento del equilibrio económico del contrato.

1. El contrato de concesión de obras públicas deberá mantener su equilibrio económico en los términos que fueron considerados para su adjudicación, teniendo en cuenta el interés general y el interés del concesionario, de conformidad con lo dispuesto en el apartado siguiente.
2. La Administración deberá restablecer el equilibrio económico del contrato, en beneficio de la parte que corresponda, en los siguientes supuestos:
  - a) Cuando la Administración modifique, por razones de interés público, las condiciones de explotación de la obra.
  - b) Cuando causas de fuerza mayor o actuaciones de la Administración determinaran de forma directa la ruptura sustancial de la economía de la concesión. A estos efectos, se entenderá por causa de fuerza mayor las enumeradas en el artículo 214.
  - c) Cuando se produzcan los supuestos que se establezcan en el propio contrato para su revisión, de acuerdo con lo previsto en el apartado 4º de la letra c), y en la letra d) del artículo 115.1.



Figura 8. Puente de Rande sobre Ría de Vigo.

3. En los supuestos previstos en el apartado anterior, el restablecimiento del equilibrio económico del contrato se realizará mediante la adopción de las medidas que en cada caso procedan. Estas medidas podrán consistir en la modificación de las tarifas establecidas por la utilización de la obra, la reducción del plazo concesional, y, en general, en cualquier modificación de las cláusulas de contenido económico incluidas en el contrato. Asimismo, en los casos previstos en el apartado 2.b), y siempre que la retribución del concesionario proviniera en más de un 50 por ciento de tarifas abonadas por los usuarios, podrá prorrogarse el plazo de la concesión por un periodo que no exceda de un 10 por ciento de su duración inicial. En el supuesto de fuerza mayor previsto en el apartado 2.b), la Administración concedente asegurará los rendimientos mínimos acordados en el contrato siempre que aquella no impidiera por completo la realización de las obras o la continuidad de su explotación."

Las dificultades pasadas por las concesionarias españolas han tenido diferentes orígenes, como de ha indicado anteriormente. Las soluciones a las grandes dificultades han venido casi siempre de las modificaciones concesionales. Por ello nos referimos a muchas de las producidas en los últimos cincuenta años; pero no sólo a las que han pretendido restablecer el equilibrio económico-financiero de las concesiones en dificultades,

sino también a otras modificaciones que se han producido con otras finalidades, como la realización de inversiones o reducción de tarifas, y cuya compensación ha exigido igualmente el reequilibrio.

A continuación analizamos cada uno de los tipos principales de modificaciones concesionales.

#### a) Prórrogas de las concesiones

El plazo de concesión es importante para determinar la rentabilidad de la misma. Los plazos iniciales, fijados en los Decretos de adjudicación, varían de forma importante: En las autopistas españolas que están actualmente en explotación van de los 20 y los 65 años. A lo largo del tiempo los plazos máximos se han ido incrementando. Es evidente que un alargamiento del plazo mejora las perspectivas, especialmente cuando el final de la concesión está cerca. Los años muy alejados pierden potencial, pero en cualquier caso los años adicionales producen un efecto favorable. Su única limitación es que su repercusión es a largo plazo, por lo que en muchos casos es necesario combinarlo con otras soluciones.

En las 20 concesiones adjudicadas antes de 1990, se han producido 42 ampliaciones del plazo de concesión entre los años 1977 y 2011. Entre las concesiones recientes se ha ampliado el plazo de la R-2. Esta modificación se ha producido en 2010, junto con otras medidas tarifarias. Por otra parte las ampliaciones

de plazo han sido habituales en las autopistas europeas, especialmente en Francia, Italia y Portugal.

#### b) Modificaciones de tarifas

Podemos subdividir las modificaciones en dos tipos: las modificaciones de las tarifas bases y las del sistema de revisión.

Las alteraciones de las tarifas contempladas en los Decretos de concesión han sido muy numerosas y han tenido como finalidad en algunos casos restablecer el equilibrio económico-financiero alterado, en otros facilitar la construcción o ampliación de nuevos tramos de autopistas, y frecuentemente han tenido como objeto reducir las tarifas, para incentivar el uso de las autopistas.

La utilización del incremento de tarifas para la realización de nuevas inversiones es adecuada cuando la concesionaria se encuentra en puntos de curva tarifas-ingresos en la que el incremento de las tarifas repercute, casi proporcionalmente, en los ingresos, como es muy frecuente. Recientemente se viene utilizando este procedimiento y probablemente se intensifique su uso en el futuro próximo.

Mención especial merecen las modificaciones de tarifas en los recientes Reales Decretos que modifican los Términos de las Concesiones de las Autopistas Radiales de Madrid. Nos referiremos en primer lugar a uno de ellos, el RD 1770/2010, de 23 de diciembre relativo a la R-3 y R-5, en el mismo se establecen incrementos únicos para el año 2011 del 18 % aplicable a las tarifas valle, e incrementos anuales escalonados hasta el final de la concesión del 1,95 % anual acumulativo desde 2011 a 2045. En el caso de la R-2, RD 1610/2010, se amplía el plazo concesional en 14 años y se establecen incrementos anuales acumulativos del 1,95 % para el plazo ampliado hasta el año 2039. Todo ello para restablecer el equilibrio económico alterado como consecuencia de las mayores inversiones y de los elevadísimos costes adicionales no previstos de las expropiaciones.

### c) Garantías de tráfico o ingresos.

Las previsiones de tráfico en las nuevas concesiones son calculadas por las Administraciones concedentes y también por los licitantes. La experiencia histórica dice que la realidad de los primeros años es casi siempre inferior o muy inferior, como hemos indicado antes, debido a la heterogeneidad del sistema en lo que se refiere al pago por los usuarios y la filosofía de las carreteras alternativas de las mismas características técnicas, etc. Es decir, que muchos de los factores que condicionan el tráfico no dependen del concesionario.

Por esas razones es conveniente que el riesgo de tráfico asumido tenga un límite, de forma que, por ejemplo, si los tráficos son inferiores a un 70 % - 80 % de lo previsto, la diferencia sea objeto de compensación por la Administración concedente. Esto tendría que llevar como contrapartida la cesión a la Administración de los ingresos netos que superen en un determinado porcentaje a los previstos si el tráfico es superior al previsto.

Un sistema de estas características es el aprobado por la Ley 43/2010 de 3 de diciembre que establece la Cuenta de Compensación en las autopistas de peaje de concesión reciente y que tienen tráficos muy inferiores a los previstos.

Estas Sociedades concesionarias consignarán anualmente, hasta el año 2018, en la cuenta de compensación, la diferencia entre los ingresos de peaje que hubiera tenido si el tráfico hubiera sido el 80 % del previsto en el Plan Económico Financiero (P.E.F.) presentado con la oferta y los ingresos de peaje reales, con algunos límites.

Estas cantidades consignadas anualmente en la cuenta le serán abonadas por la Administración concedente cuando en el futuro los ingresos superen a los previstos en el PEF consignará en la cuenta con signo negativo el 50 % del exceso de ingresos y lo abonará al Tesoro.

Pasados esos años, el saldo de la cuenta devengará hasta su cancelación un tipo de interés regulado por la citada Ley. Dichos devengos se capitalizarán junto

con el principal de la cuenta de compensación. La Ley de Autopistas 8/1972, en su art. 13º establecía que podrían concederse anticipos reintegrables en los supuestos de que los ingresos fueran insuficientes para atender los compromisos financieros adquiridos.

### d) Préstamos participativos y anticipos reintegrables.

Los préstamos participativos se aplicaron por primera vez, en la reconversión industrial de 1983-88.

El Real Decreto-Ley 7/1996 y la Ley 10/1996 definen y concretan las características de los préstamos participativos, en los siguientes términos: El interés del préstamo tendrá una parte variable que dependerá de la evolución de la actividad. Los préstamos participativos se situarán después de los acreedores comunes en la relación de créditos, teniendo el carácter de subordinados. Tienen la consideración de patrimonio contable a efectos de la reducción de capital y liquidación de sociedades.

La Ley de Concesiones de 2003 contempla en el art. 247 la posibilidad de otorgar préstamos participativos, lo mismo que los art. 253, 254, 256 y 265 de la Ley de Contratos del Sector Público de 2011, R.D. Legislativo 3/2011.

Los anticipos reintegrables son cantidades que la Administración concedente aporta al concesionario y que éste debe devolver cuando se den determinadas condiciones o plazos.

Ambos instrumentos han sido

utilizados en numerosas ocasiones, como, por ejemplo, en las siguientes:

El anticipo reintegrable recibido por Europistas concesionaria de la Autopista Bilbao-Behobia,

El préstamo participativo de aproximadamente 100 millones de euros concedido a Autopista del Sol, S.A. con la concesión Estepona-Rio Guadiaro, Real Decreto 1099/1999. La retribución se estableció en el 50 % de los ingresos consecuencia de los tráficos que superaron unos niveles determinados.

El préstamo participativo, incluido en la adjudicación de la autopista Alicante-Cartagena, Real Decreto 1808/1998, por importe de 12.808 millones de pesetas. La remuneración se establece de la siguiente forma  $0,30 \cdot 0,05 \cdot \text{ingresos de peaje}$ . Ahora bien, sólo se realizará cuando la concesión tenga resultado neto positivo y tráfico (IMD equivalente real) sea superior a la contemplada en el Plan económico-financiero aprobado.

El préstamo participativo concedido en la adjudicación de la circunvalación de Alicante, Real Decreto 282/2004, por importe de 101 millones de euros y cuya retribución se establece en la mayor de las cifras siguientes, el 1,75 % del préstamo solicitado o el 35 % de los ingresos de peaje correspondientes a los tráficos que superen el escenario de tráfico considerado.

Igualmente se han concedido anticipos reintegrables a Audasa (118 M€), Aucalsa (51,7 M€), Acesa (21 M€) y préstamos participativos a Acega (60 M€) y Aulesa (21 M€).



Figura 9. AP-1.

La Ley de Presupuestos de 2010, en la disposición adicional cuadragésimo primera, se refiere al reequilibrio económico-financiero de las concesiones de autopistas de peaje. En ella se contempla, para 14 concesiones, las afectadas por los cambios de criterio en la valoración de las expropiaciones, la concesión de préstamos participativos por sobre coste de las expropiaciones, fijando los requisitos para acceder a los mismos. Igualmente establece las condiciones en plazos y remuneración de los préstamos. Esta última será la mayor de las dos cantidades siguientes: 1,75 % del saldo vivo el primer año y una cantidad obtenida con una fórmula ligada a los ingresos de peaje. Para compensar el coste financiero derivado del préstamo participativo el Ministerio de Fomento propondrá al Gobierno modificar las concesiones, acordando modificaciones de plazo concesional o de tarifas. Establece, también, la posibilidad de otras fórmulas cuando esas medidas resultan insuficientes para el restablecimiento del equilibrio económico-financiero. Por otra parte, la citada Ley de Presupuestos para el año 2010 establece también el reequilibrio económico-financiero de las concesiones de autopistas de primera generación.

Además de las medidas de reequilibrio citadas en los párrafos anteriores, se han aplicado otros tipos de apoyos, tales como el Aval del Estado, el Seguro de Cambio, subvenciones a la inversión y a la explotación cuyo detalle puede verse en el libro repetidamente citado, Las Autopistas de Peaje en España.

### 3.2. Las nacionalizaciones de Audasa, Aucalsa y Audenasa y la Creación de la Empresa Nacional de Autopistas.

La nacionalización de Audasa, Aucalsa y Audenasa y la creación de la Empresa Nacional de Autopistas, S.A. (ENAUASA), fueron hechos relevantes en la historia del Sector de autopistas en España.

La crisis económica generada a partir de 1.974, como consecuencia del incremento del precio de los crudos petrolíferos, afectó a numerosos sectores económicos, entre los que cabe incluir de forma destacada al sector de autopistas.

Entre las causas, que motivaron aquella situación, merecen citarse la elevación general de los costos de construcción por encima de la inflación. El incremento del coste del dinero en los mercados internacionales. El estancamiento y reducción del tráfico provocado por la situación de crisis de las economías nacionales, ya que previsiones de incrementos anuales del 10 % realizadas a comienzos de los años 70 se transformaron en tasas cercanas al 0 %, e incluso negativas, en el comienzo de la década de los 80. También la realización de autopistas en las que la intensidad del tráfico previsible era dudosa para garantizar una viabilidad económica, sin el apoyo necesario, en esos casos.

En nuestro país el impacto de la crisis provocó una gran desviación entre las previsiones económicas y los resultados reales de las concesionarias (en algunos casos estas previsiones resultaron optimistas). En el caso de tres de ellas (Autopistas del Atlántico, C.E.S.A., Autopista Concesionaria Astur-Leonesa, S.A. y Autopistas de Navarra, S.A.) precisó la intervención del Estado y su paso al control público para salvaguardar los intereses generales del país. En efecto ante la alta posibilidad de que tanto AUDASA como AUCALSA no pudieran hacer frente a sus obligaciones financieras contraídas, principalmente, con entidades prestamistas extranjeras, el Gobierno acordó con los accionistas de aquellas sociedades la compra de las acciones representativas del capital social de ambas, y para ello, aprobó el Real Decreto Ley 6/1983, de 23 de noviembre, que autorizó la compra de dichas acciones.

El precio de la compra de la totalidad de las acciones de AUDASA fue de 4.000 millones de pesetas (capital efectivamente desembolsado hasta entonces). Este precio se pagaría en el

año 2013 (año de finalización del plazo concesional en aquel momento), en pesetas corrientes de ese año.

El precio de la compra de la totalidad de las acciones de AUCALSA fue de 6.582 millones de pesetas (capital efectivamente desembolsado hasta entonces). Este precio se pagaría en el año 2021 (año de finalización del plazo concesional en aquel momento) en pesetas corrientes de ese año.

En ambos casos, el pago aplazado del precio de venta no devengaría ningún tipo de interés, ni se pagaría a los accionistas de aquellas sociedades ninguna otra compensación.

Con respecto a AUDENASA, concesionaria de la Autopista de Navarra, que discurría entre la autopista del Ebro e Irurzun (Navarra), en el mes de mayo de 1984, se aprobó el Real Decreto Ley 5/1984, de 9 de mayo, que autorizó la compra del 50 % de las acciones representativas del capital de aquella sociedad. La Diputación Foral de Navarra, por su parte, acordó la compra del restante 50 %, de las acciones de la sociedad. El precio de compra a pagar los accionistas de AUDENASA se fijó en 5.010 millones de pesetas, a pagar el año 2014 (año en que finalizaba la concesión, en aquel momento), en pesetas corrientes y sin que el pago aplazado del precio devengara ningún tipo de interés, ni de compensación.

Autopistas del Atlántico C.E., S.A., (AUDASA) contaba con 86 km de autopista en explotación y 5 km en construcción, estando los 133 km restantes de la Concesión no iniciados y con el plan de las obras en suspenso. La entidad se hallaba al borde de la suspensión de pagos, con imposibilidad de refinanciar los vencimientos de su deuda al tener agotado el límite de aval. Hasta ese momento, los socios, Banco Hispano Americano, Bilbao, Pastor, Noroeste y las Cajas de Ahorros Gallegas, habían hecho una aportación efectiva de 4.000 millones, y habían movilizado unos recursos superiores a 66.000 millones de pesetas, fundamentalmente en préstamos exteriores. El aval del Estado había superado los 37.000 millones de

pesetas. El peligro de impago de los préstamos era evidente, por lo que la intervención del Estado era necesaria para evitar los efectos que hubiera tenido para otras empresas y para el propio Estado. De ahí que se decidiese la compra de las acciones, a pagar sin interés al final de la Concesión en el año 2.013, tal como se recogió en el Real Decreto Ley que el Congreso convalidó en el mes de diciembre de 1983.

La situación de Autopista Concesionaria Astur-Leonesa (AUCALSA), era análoga a la descrita. Se abrió al tráfico en agosto de 1983 con una doble calzada en la mitad del recorrido y una sola calzada en el resto, si bien en su mayor parte la explanación correspondiente estaba realizada.

En este caso los principales accionistas eran el Banco Hispano Americano, la Empresa Constructora Huarte y las Cajas de Ahorro de Asturias y León, habiéndose aportado un capital efectivo de 6.582 millones de pesetas. La inversión realizada en esta primera fase había ascendido a 65.000 millones de pesetas financiados en su mayor parte con préstamos. El aval del Estado habla alcanzado los 39.000 millones de pesetas. En esta autopista, en el momento en que se negociaba la entrada del Estado, las circunstancias eran absolutamente desfavorables y complicadas, puesto que al riesgo inminente de suspensión de pagos se unía la imposibilidad de iniciar la explotación.

Por eso, antes de cerrar el acuerdo con los accionistas para adquirir las acciones según lo efectivamente aportado y con pago aplazado al año 2.021, se suscribió un compromiso con los socios financieros para que estos otorgaran, como así lo hicieron, créditos por importe de 9.500 millones de pesetas, sin aval y en condiciones más favorables que las del mercado en aquel momento.

Similar fue la problemática de Autopistas de Navarra S.A., su endeudamiento alcanzaba los 23.234 millones de pesetas y la concesión era claramente inviable.

La actuación del Estado en las tres Sociedades citadas se materializó en el Decreto Ley 6/1983 de 23 de Noviembre, sobre adquisición por el Estado de la totalidad de las acciones representativas del capital de Autopista Concesionaria Astur-Leonesa, S.A. y de Autopistas del Atlántico, C.E.S.A., en el que se autorizaba al Gobierno a adquirir, por compra-venta, la totalidad de las acciones representativas del capital de dichas Sociedades, mediante el pago el año final de la concesión, es decir el año 2.013 y 2.021, de las cantidades realmente aportadas por los accionistas, que en valores actuales son cantidades prácticamente simbólicas. En Enero de 1984 se materializó esta operación pasando las acciones a la Dirección General del Patrimonio.

El Decreto Ley 5/1984 de 9 de Mayo, autorizó la adquisición por el Estado de las acciones representativas del 50 % del capital de Autopistas de Navarra, S.A. y al mismo tiempo estableció una aportación financiera anual de 600 millones de pesetas, cantidad equivalente a la aportación del otro socio, el Gobierno Foral de Navarra. El Estado se comprometía, asimismo, a garantizar la financiación de la parte de pérdidas no cubierta con dicha aportación de capital, así como a compensar el equivalente al importe de los intereses de dicha financiación en partes iguales con la Diputación.

La compra por la Dirección General del Patrimonio, en representación del Estado, del 50 % de las acciones de la Sociedad se realizó el 5 de julio de 1984.

Para gestionar esas sociedades nacionalizadas y otras finalidades el Real Decreto 302/1984, de 25 de enero, autorizó la creación de la Sociedad Estatal, Empresa Nacional de Autopistas, S.A. (ENAUUSA). En la exposición de motivos de este Decreto se justifica la creación de esta Sociedad Estatal porque con ella contará el Gobierno con un Ente apropiado para desarrollar y coordinar, en el aspecto gestor, la política que en cada momento determine en este sector, pareciendo lógico que tal actuación pública del gobierno se instrumente utilizando la técnica de la creación de una Sociedad Estatal, pues con ella se logra armonizar las exigencias de interés general y la necesaria agilidad.

En cumplimiento de dicha autorización se otorgó la escritura de constitución de la Empresa Nacional de Autopistas el 21 de Marzo de 1984. La Dirección General del Patrimonio del Estado aportó como contraprestación a las suscripciones de las ampliaciones de capital de ENAUUSA la totalidad de las acciones de AUCALSA y de AUCALSA y el 50 % de las acciones de AUDENASA.

Además de coordinar en el aspecto gestor la política que en cada momento determine el Gobierno en esta esfera, se establecían para la Empresa Nacional de Autopistas los siguientes objetivos en el ya citado Real Decreto.

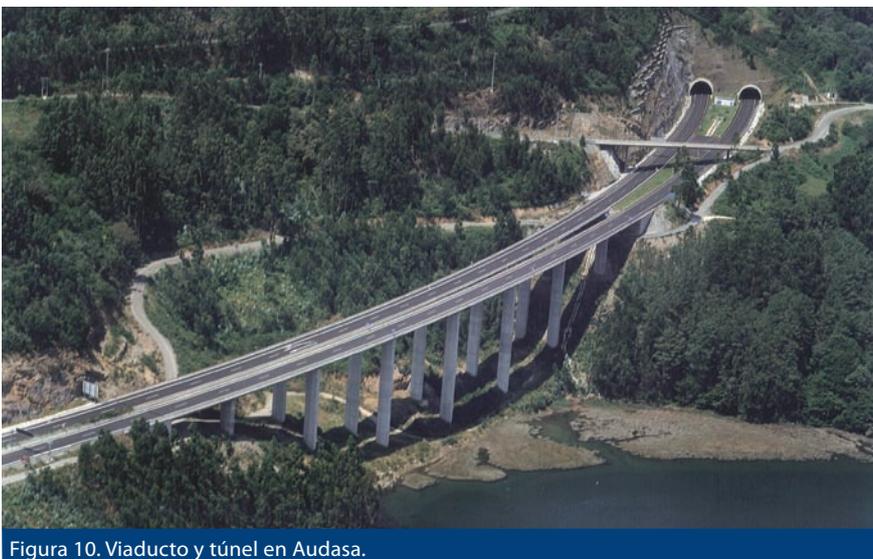


Figura 10. Viaducto y túnel en Audasa.

- 1º.- La construcción, por sí o por terceros, y la explotación de autopistas de peaje u otras vías, previa autorización del Gobierno.
- 2º.- La promoción por sí o en concurrencia con otras entidades o empresas públicas o con empresas o entidades privadas, empresas cuyo objetivo sea la construcción o explotación de dichas vías.
- 3º.- La participación en el capital de sociedades que tengan tal objeto y realicen su actividad como concesionarias del Estado u otro Ente público, o en virtud de otro sistema de gestión indirecta.
- 4º.- Las demás actividades que sean complementarias de las derivadas anteriormente.

Es decir que, inicialmente, con la creación de Enausa, se pretendía, además de sanear las tres sociedades nacionalizadas, utilizarla como elemento gestor del Gobierno para unos objetivos más amplios de reestructuración del Sector.

La principal concesionaria de autopistas de peaje española, Acesa, podríamos decir que había pasado también al Sector Público, aunque fuera provisionalmente, ya que sus accionistas eran el Fondo de Garantía de Depósitos (57,8 %) e Inversora Mercantil e Industrial (Seat-INI, el 5 %). El FGD se había quedado con Acesa en 1982 al intervenir Bankunion y adjudicarlo al Banco Hispano Americano, pero sin las acciones que tenía de Acesa, dado que parece que no le interesaron. Desde Enausa se planteó la conveniencia de adquirir esas acciones de Acesa para estructurar un grupo que controlara la mayoría del Sector y permitiera, por una parte, realizar una política global y por otra parte reducir o anular las aportaciones del Estado que la nacionalización de Audasa, Aucalsa y Audenasa obligaban hacer. A pesar de la crisis de ese momento, era bastante evidente que las perspectivas futuras de Acesa serían brillantes y su adquisición muy interesante para Enausa. Por otra parte, en aquellos años, las concesionarias de autopistas eran mayoritariamente públicas en los países vecinos, Fran-

cia, Italia y Portugal. No obstante, por diversas circunstancias la compra de las acciones de Acesa finalmente, después de muchas alternativas, no fue autorizada, con lo cual se cerró un capítulo que, probablemente, hubiera cambiado el futuro del Sector. Lo mismo ocurrió con otras empresas del Sector que Enausa tuvo la posibilidad de adquirir en esos años a bajo precio.

La Empresa Nacional de Autopistas debía seguir en sus actuaciones las directrices que en las materias relacionadas con sus fines propios establecieran el Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, sin perjuicio de las competencias que correspondían a la Dirección General de Patrimonio.

La situación de las concesionarias nacionalizadas era como se ha indicado, muy grave. A pesar de las mejoras, las pérdidas de 1984 fueron de 13.385 millones de Pts, en 1985 de 13.005 millones y de 11.000 millones en 1986. Esta situación solo podía ser superada con aportaciones importantes de los presupuestos de las Administraciones Públicas. Así lo entendió la Administración, el Ministro de Obras Públicas, indicaba en su intervención ante el Congreso, el 8 de marzo de 1984, "es indudable que durante un periodo bastante dilatado de tiempo sería preciso apostar, bien como capital, bien bajo otra modalidad, una considerable masa de recursos para esas entidades, con el fin de lograr primero la estabilización de su

nivel de endeudamiento y después eliminar paulatinamente la deuda".

En esa línea se fueron aprobando sucesivos Créditos Extraordinarios, a partir de 1985, para cubrir los déficit de explotación en Audasa y Aucalsa y 1.200 millones de pesetas en Audenasa (50 % Estado y 50 % Diputación Foral). La previsión, en 1986, era que las pérdidas se fueran reduciendo progresivamente hasta anularse en el año 2000. La realidad mejoró las previsiones ya que se consiguió el equilibrio en 1999, después de haber realizado aportaciones de 953 millones de euros en pesetas corrientes, desde 1984. Más adelante analizaremos con detalle las aportaciones y el resultado de la privatización.

En los años siguientes la Empresa Nacional tomó numerosas medidas tendentes a reestructurar y renegociar la deuda, a reducir costes para mejorar resultados, a finalizar la construcción de las autopistas, a la mejora de las condiciones concesionales con ampliación de plazos y reestructuración de tarifas y a tomar participaciones en nuevas concesiones, etc.

El proceso de privatización de la Empresa Nacional se inicia en mayo de 2001 con el traspaso de las acciones de Enausa, que desde su creación habían estado en la Dirección General del Patrimonio del Estado, a la Sociedad Estatal de Participaciones Industriales (SEPI). Previamente, el Decreto 173/2000 eliminó la condición, incluida en el



Figura 11. Aucalsa. Pantano Barrios de Luna.

Decreto de Creación de Enausa, de que sus acciones debían ser de propiedad exclusivamente estatal. En noviembre de 2002 SEPI aprobó la privatización del 100 % del capital de la Empresa Nacional, seleccionando a BBVA como Asesor del Proceso y a Price Waterhouse Coopers como colaborador independiente.

Un total de 13 grupos manifestaron su interés en participar en el proceso, a los que se remitió el cuaderno de ventas en febrero de 2003. En el mismo figuraba como compromisos la permanencia del Grupo comprador como socio mayoritario, el mantenimiento de los Fondos Propios, la continuidad de la sede social en España, la conservación de las condiciones laborales y la plantilla fija. Todo ello, por un periodo de cinco años. La SEPI fijó su precio mínimo de 1.100 millones de euros. Finalmente, se constituyeron cinco Grupos ofertantes que debían presentar las ofertas el 2 de mayo. Cuatro grupos presentaron ofertas, si bien una desistió.

Las tres ofertas consideradas fueron de los grupos siguientes:

- Sacyr (50 %), SCH (20 %), Caixanova (10 %), Corporación Caixa Galicia (10 %), Foreal (5 %), y monte de Piedad y Caja de Ahorros de Huelva y Sevilla (5 %).
- Ferrovial (45 %), Europistas (30 %), Caja Madrid (20 %), Unicaja (5 %).
- FCC y Acciona.

El 28 de mayo de 2003 SEPI adjudicó la Empresa Nacional de Autopistas al Grupo liderado por SACYR por 1.586 millones de euros, un 44 % por encima del precio mínimo exigido. Formalizada la adquisición por ese Grupo, la Empresa Nacional de Autopistas pasó

a llamarse ENA INFRAESTRUCTURAS, S.A. integrándose posteriormente en Itínere Infraestructuras, S.A.

Vamos a analizar el resultado económico que tuvo para el Estado el proceso de Nacionalización y posterior privatización, comparando las aportaciones realizadas para el saneamiento de las empresas participadas por Enausa y lo obtenido con las privatizaciones, todo ello, sin perjuicio de que el objetivo de creación de Enausa se cumplió en lo que se refiere a dicho saneamiento.

Las aportaciones con cargo a los Presupuestos de la Administraciones Públicas en el periodo 1984-2003 fueron las que se detallan en la tabla 2, medidas en euros equivalentes corrientes de cada año.

Además de esas cantidades, esas sociedades percibieron anticipos reintegrables y subvenciones a la inversión, etc., como compensación por la realización de inversiones o reducciones de tarifas, pero entendemos que esas cantidades no son consecuencia del carácter público de esas empresas.

Si comparamos los 1.030 M € aportados o pendientes de aportar con los 1.585 M € obtenidos con la privatización, vemos que en euros corrientes la cantidad obtenida es un 53 % superior. Si la comparación la hiciéramos en euros constantes, la cifra percibida sería parecida, ligeramente inferior, aunque no se han considerado el resto de las ayudas recibidas, como han sido los anticipos reintegrables sin interés, las subvenciones a la inversión, autorizaciones de financiación en condiciones especiales y, sobre todo, si tuviéramos en cuenta las prórrogas de concesión

autorizadas en los años anteriores a la privatización. Sin embargo, muchas de esas ayudas no fueron consecuencia del carácter público de la Empresa Nacional. No obstante lo anterior, este balance económico, para ser totalmente correcto, tendría que incluir los efectos negativos que habría tenido para los presupuestos públicos la casi segura suspensión de pagos de las sociedades Audasa, Aucalsa y Audenasa, de no haberse producido su nacionalización. El coste para el Estado y Gobierno de Navarra hubiera sido importante y el desprestigio también en los mercados financieros internacionales.

Las actuaciones del Estado en esas sociedades fue muy favorable para todas las restantes concesionarias del sector, facilitando su financiación, ya que la banca internacional mejoró notablemente su percepción del riesgo de las mismas, ante la decidida intervención de los poderes públicos

Teniendo en cuenta todos los factores podríamos decir que el proceso de intervención en aquellas sociedades, la creación de ENAUSA y su posterior privatización ha sido positivo, cumpliéndose plenamente el objetivo inicial en lo que se refiere al saneamiento de las sociedades nacionalizadas.

### 3.3. Los rescates de concesiones y extinciones por mutuo acuerdo

El artículo 32 de la ley 8/1972, de construcción, conservación y explotación de autopistas en régimen de concesión, (Ley de Autopistas) establecía como causas de extinción de las concesiones de autopistas el rescate del servicio por parte de la Administración, y el mutuo acuerdo entre la Administración y el concesionario. Estas mismas causas están recogidas en el artículo 245 de la Ley 30/2007, de 30 de octubre, del Contrato del Sector Público (LCSP), como causas de resolución del contrato de concesión de obras públicas. Igualmente el art. 269 del D.D. Legislativo 3/2011, Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público, dispone "... Se entien-

Tabla 2. Aportaciones con cargo a los Presupuestos de la Administraciones Públicas en el periodo 1984-2003

- Aportaciones de capital social a ENAUSA	4.22,4 M.€
- Aportaciones de capital social a Audenasa	40,1 M.€
- Subvenciones explotación Audasa	151,1 M.€
- Subvenciones explotación Aucalsa	277,3 M.€
- Subvenciones explotación Audenasa	60,8 M.€
<b>Total aportaciones periodo 1984-2003</b>	<b>951,7 M.€</b>
Capital a pagar entre 2013 y 2021	78,6 M.€
<b>Total aportaciones</b>	<b>1.030,3 M.€</b>

de por rescate la declaración unilateral del órgano contratante, discrecionalmente adoptada, por la que se de por terminada la concesión, no obstante, la buena gestión de su titular". En términos similares se define el rescate de la concesión de una autopista de peaje en la cláusula 111 del Pliego de cláusulas generales para la construcción, conservación y explotación de autopistas en régimen de concesión aprobado por el Decreto 215/73, de 25 de enero. El art. 271 de dicha Ley regula "los efectos" de la resolución del contrato de concesión de obra pública y, principalmente, las cantidades que la Administración debe abonar al concesionario en los distintos supuestos de resolución de la concesión. También se regula este punto en la cláusula 107 del Pliego de Cláusulas Generales citado anteriormente.

Entendido el rescate de la concesión, tal y como se define en las disposiciones indicadas, en nuestro país sólo se ha producido un caso de rescate de concesión de una carretera de peaje. Este caso único fue el rescate del "Puente sobre la Bahía de Cádiz".

Las resoluciones por mutuo acuerdo se han aplicado en dos casos, en la Autopista Vasco Montañesa en 1981 y en Túneles de Artxanda recientemente, de los que nos ocuparemos a continuación.

Distinguiremos entre actuaciones que se han realizado con continuidad del peaje y las que han supuesto la desaparición del mismo. El tema de la continuidad o no del peaje es relevante en este caso, ya que indica claramente la existencia, en el segundo caso, de una decisión política y no solamente la necesidad de dar una solución a una concesión que ha resultado económicamente inviable. Las razones que han producido esas decisiones las vemos con detalle en los puntos siguientes. Estas decisiones han contado con el acuerdo del concesionario en el caso de Vasco Montañesa y tuvieron un carácter unilateral en el rescate del puente sobre la Bahía de Cádiz.



Figura 12. Túneles de Artxanda. Peaje.

### 3.3.1. Finalización anticipada de Concesiones con continuidad del peaje, por Mutuo acuerdo. Túneles de Artxanda.

El túnel o los túneles de Artxanda era un proyecto que, desde hace muchos años, se consideraba muy importante para la ampliación de la red viaria de Bilbao. Y así ya en los años 1920 se presentaron mociones para su construcción y en 1936 el Gobierno Vasco inició la construcción con la excavación de una galería en la zona de Ugasko.

Siempre se consideró básico para conectar la ciudad con el Valle de Asúa y desde allí con la margen derecha de la Ría, con el Aeropuerto de Sondica, con la zona norte y este de Vizcaya y con la autopista AP8 hacia San Sebastián.

En 1997 La Diputación Foral convocó el concurso para la construcción del Túnel. Fue adjudicado el 28 de Julio de 1998 al Grupo formado por Cintra (30 %), Europistas (20 %), BBK (20 %), las constructoras Bycam (6 %), Balzola (6 %), Yarritu (6 %) , Moyua (6 %) y Mondragón Inversiones (6 %).

La sociedad Túneles de Artxanda, Concesionaria de la diputación Foral de Bizkaia, S.A. se constituyó en Noviembre de 1998.

El sistema viario de los Túneles de Artxanda está formado por 3 túneles que forman un triángulo. Dos de ellos unen el Valle de Asúa (norte del túnel) con Bilbao, en los barrios de La Salve y Ugasko. El tercero es transversal entre estos dos últimos barrios y está libre de peaje.

Los túneles se abrieron al tráfico en Diciembre de 2002, con una inversión de 95 millones de Euros y la Sociedad tenía, en ese momento, un capital social de 27 millones de Euros.

Durante los primeros años de explotación no se cumplieron las expectativas de tráfico y las dificultades económicas fueron en aumento.

Se pretendió corregir esta situación con los Decretos Forales 221/2006 de 19 de diciembre y 241/2006 de 26 de diciembre, modificando las cláusulas relativas al sistema de revisión de tarifas y de la participación de la D.F.B. en los ingresos de la concesión. Además se aprobó la modificación puntual de las tarifas así como el nuevo plan económico financiero. Con este decreto se pretendió restablecer el equilibrio económico financieros de la sociedad que estaba alterado como consecuencia del incumplimiento de las previsiones de tráfico y la mejora de las carreteras alternativas, pero la Administración mantuvo posturas muy duras con el concesionario, por lo que estas medidas fueron escasas y tenían un efecto a largo plazo, por lo que resultaron insuficientes.

En esta situación llegó la crisis en 2007 y se iniciaron las negociaciones para revertir la concesión. En el mes de octubre del año 2010, la Diputación Foral de Bizkaia y la sociedad titular de la concesión firmaron un convenio por el que acordaron la extinción de la concesión por mutuo acuerdo.

En nuestra opinión la Diputación no hizo los esfuerzos suficientes para

restablecer el equilibrio económico financiero que había sido alterado por diversas circunstancias, especialmente la crisis de los últimos años y el correspondiente efecto en los crecimientos de tráfico. Igualmente afectaron las importantes actuaciones realizadas en los itinerarios alternativos a los túneles. Todo ello hizo inoperantes las modificaciones concesionales anteriores. La sociedad concesionaria aceptó esta solución, por la difícil situación en que se encontraba respecto a la refinanciación de su deuda, dadas las circunstancias económicas del país y de la propia sociedad.

Transitoriamente, la antigua sociedad concesionaria siguió encargándose de la operación de los túneles lo que implica el cobro del peaje y mantenimiento de la vía, ingresando los peajes en la Diputación Foral de Bizkaia y percibiendo unas cantidades por la operación y mantenimiento, hasta que se ha convocado un nuevo concurso para la operación y mantenimiento.

De acuerdo con el Convenio aprobado el 28 de Octubre de 2010 la Diputación Foral debe satisfacer a la concesionaria una indemnización de 62.566.505 € en concepto de Responsabilidad Patrimonial de la Administración. De dicha cantidad la Diputación retiene el saldo vivo de la deuda de Túneles de Artxanda, que abonará directamente a las entidades financieras o podrá acordar con ellas la asunción de la deuda. El importe de la deuda era de 61 millones de Euros aproximadamente. Es decir que los accionistas han recuperado una parte pequeña del capital aportado.

### 3.3.2. Extinción de la Concesión por mutuo acuerdo, con desaparición del peaje. Vasco Montañesa C.E.S.A.

La finalización anticipada de concesiones con desaparición del peaje se ha producido en muy pocas ocasiones. Las dos que se citan a continuación han sido fruto de decisiones de la Administración Concedente, basadas en las prerrogativas de la ley de Autopistas,

el Pliego de Clausulas generales y Las sucesivas Leyes de Contratos del Sector Público, hayan sido o no con acuerdo del Concesionario.

El concurso para la adjudicación de la Autopista de peaje Bilbao Santander fue convocado el 21 de Junio de 1975.

La concesión fue adjudicada el 23 de Enero de 1976, Decreto 773/1976, a la proposición presentada por D. Luis Vericat Núñez, que representaba a un grupo de Bancos, Banco de Bilbao y Santander, y Cajas de Ahorro de la zona. El Estado Español participó también con un 20 %, tal como permitían las bases del concurso.

Para entender bien lo que más adelante se expone es preciso hacer varias matizaciones sobre las características de la autopista y el entorno socio-político de la zona atravesada. En primer lugar, el trazado de la autopista no comprendía solo el recorrido Bilbao-Santander, sino que se iniciaba más al Este, en Erletches donde enlazaba con la autopista Behobia-Bilbao, seguía por el Tchorrieri, por Lezama, Zamudio, Derio, Sondika, Asúa, Erandio, enlazando a través del Puente de Rontegui las márgenes derecha e izquierda de La Ría. Pero además incluía ramales de unión hacia Leioa, Getxo, Sopelana y Plencia-Gorliz. Es decir antes de iniciar el recorrido hacia Santander era preciso construir muchos kilómetros de autopista semiurbana en los alrededores de Bilbao.

Pasado el Puente de Rontegui el proyecto de autopista continuaba, por Baracaldo, Sestao etc., hacia Santander donde también había un ramal importante en dirección Torrelavega.

La inversión prevista para los tramos y ramales anteriores al puente era de 13.424 millones de pesetas y para el tramo Rontegui-Santander de 19.051 millones de pesetas, es decir un total de 32.475 millones de pesetas.

El plazo de concesión era de 40 años. El porcentaje de capital social del 20 %, siendo obligatorio suscribir 3.700 millones de pesetas de capital en el momento de constituir la sociedad y desembolsar el 50 % en el plazo de 18 meses.

Las obras se iniciaron con la construcción del Puente de Rontegui en 1977 y allí se quedaron. El puente de Rontegui tiene 640 metros de longitud, ocho carriles y una altura de 41 metros sobre la Ría en Pleamar. Se construyó tan elevado porque a poca distancia Ría arriba, estaban los astilleros Euskalduna, que construían barcos de gran tonelaje, que una vez botados tenían que pasar bajo el Puente. Pero poco tiempo después la reconversión industrial terminó con esos astilleros (actualmente zona urbana y de ocio de Bilbao). Es decir que la elevada altura de la plataforma del puente resultó innecesaria y además condicionó los accesos que necesariamente debían ser largos y complicados, afectando a zonas urbanas complejas. El Puente estaba construido pero sin enlaces con la red viaria. Así estuvo bastante tiempo.

Al mismo tiempo los ayuntamientos correspondientes, salidos de las elecciones recientes, se opusieron a los enlaces y al mismo peaje. Algo parecido sucedió en otros municipios próximos a Bilbao, pero además los grupos terroristas se posicionaron en contra del proyecto en muchos puntos. Todo esto retrasaba continuamente el proyecto e impidió que se iniciara la construcción de otros tramos. Eso años fueron muy difíciles en el País Vasco. A esto se unieron las dificultades económicas propias de la crisis del final de los años 70, que hicieron la financiación muy difícil y las expectativas de tráfico cayeron de manera importante. Con esto, unido a lo anterior, la Sociedad Concesionaria se encontró en situación límite.

Es decir en este caso por razones políticas, principalmente, y también por razones económicas se llegó a una situación insostenible. Por eso el Real D. 1988/1981, de 24 de julio declaró extinguida, por mutuo acuerdo, la concesión administrativa Bilbao-Santander de la Autopista de Cantábrico y se aprobó el correspondiente convenio entre el Estado y la sociedad Vasco Montañesa C.E.S.A. El citado convenio establecía que el Estado abonaría a la sociedad una indemnización de 1.650 millones



Figura 13. Puente de Rontegui.



Figura 14. Puente de Rontegui y la Ría.

de pesetas, de los cuales 350 millones se pagarían en dos meses y debían ser utilizados para amortizar un préstamo de 8,9 millones de dólares; otros 1.040 millones de pesetas se abonarían en el plazo de doce meses y 260 millones al presentar el saldo de liquidación correspondiente a cada uno de los socios.

La inversión acumulada antes de la extinción era de aproximadamente 2.100 millones de pts. Y el capital desembolsado de 1.850 millones de pts. Las deudas de la sociedad con bancos y proveedores se aproximaban a los 700 millones de pts y tenían imposiciones a plazo de 425 millones. Si a los 1.650 millones recibidos le sumamos los 425 M de tesorería y le restamos los 700 M de deuda resulta que la recuperación neta fue de 1.375 M, que comparados con los 1.850 M desembolsado es un 74 % en pts. corrientes. Si la comparación la hacemos en pts constantes los 1.375 M recuperados se transforman, aproximadamente, en 650 M de pts. En esos años las variaciones del IPC eran del orden del 15 % anual.

Es decir que los accionistas perdieron aproximadamente un 65 % del capital desembolsado, si lo medimos en pts. constantes.

### 3.3.3. Rescate de concesiones con desaparición del peaje. El Puente sobre la Bahía de Cádiz.

La concesión del Puente sobre la Bahía de Cádiz tenía unas características especiales puesto que fue otorgado por el Estado a un Ayuntamiento, el de Cádiz, por Decreto 1595/1964, de 21 de Mayo. La concesión tenía un plazo de

50 años. Este Puente fue bautizado posteriormente como Puente José León de Carranza en recuerdo del alcalde de Cádiz promotor de esa obra. El proyecto del Puente fue realizado por Intecsa y tenía un presupuesto de 230 millones de pesetas. La construcción se adjudicó a la empresa Dragados y Construcciones. El Puente se puso en servicio el 3 de Noviembre de 1969.

El puente permitía reducir en 17 kilómetros el recorrido para llegar a Cádiz que antes había que hacer por la carretera circunvalando la Bahía. Para unir las dos orillas hubo que salvar una distancia de 3,4 kilómetros sobre el mar. El Puente propiamente dicho mide 1.400 metros. La estructura del Puente está constituida por 27 pilas de 5 pilotes cada una. Sobre los cabeceros de hormigón se apoyan 174 vigas que forman el tablero. Para permitir el paso de buques el Puente dispone, además, de un tramo móvil con dos semitramos levadizos, que dejan una abertura de 90 metros. El coste final de las obras, incluida las obras complementarias, superó los 600 millones de pesetas, que si unimos los intereses intercalarios y los gastos de gestión supusieron más del triple de lo presupuestado.

El Ayuntamiento de Cádiz obtuvo un primer préstamo del Banco de Crédito Local de 400 millones de pesetas el 23 de Julio de 1967 a pagar en 30 años al 5,25 %. Posteriormente, en 1971, fue necesario un nuevo préstamo del citado Banco de 135 millones de pesetas, con lo que el Ayuntamiento agotó sus posibilidades crediticias. Ante la imposibilidad de obtener nueva financiación y no poder recibir y pagar la totalidad

de la obra ejecutada el Ayuntamiento cedió la gestión de la concesión a Bética de Autopistas, sociedad que acababa de resultar adjudicataria de la concesión de la Autopista Sevilla-Cádiz y que pertenecía al Grupo de empresas de Banco Central, lo mismo que Dragados.

El convenio entre el Ayuntamiento y Bética de Autopistas, por el que se cedió a esta última la administración y explotación de la concesión fue aprobado por el MOPU el 31 de Octubre de 1969. En el mismo se establecía que Bética adelantaría la cantidad adeudada a la constructora, cosa que hizo en los meses siguientes, y que fue devuelta parcialmente, más tarde, por el Ayuntamiento. Bética percibiría por la administración y explotación del Puente un porcentaje de los ingresos, que iría decreciendo a lo largo del tiempo y que finalmente sería del 30 %. Los beneficios obtenidos por la explotación serían compartidos por Bética y el Ayuntamiento.

En los años siguientes se producen numerosos problemas al no autorizarse o retrasarse las revisiones de tarifas previstas (posteriormente en 1989 el Tribunal Supremo condenó al Ayuntamiento por la negativa a la subidas de tarifas).

El conflicto con el Ayuntamiento siguió y este último solicitó repetidamente el rescate de la concesión, porque consideraba que el cobro del Peaje en dicha obra era un factor limitativo de la expansión de la ciudad y de la comarca de la Bahía de Cádiz. El Gobierno acordó en 1979 que se formase una comisión entre el Ayuntamiento, Bética de Autopista y representantes del Ministerio para estudiar una propuesta

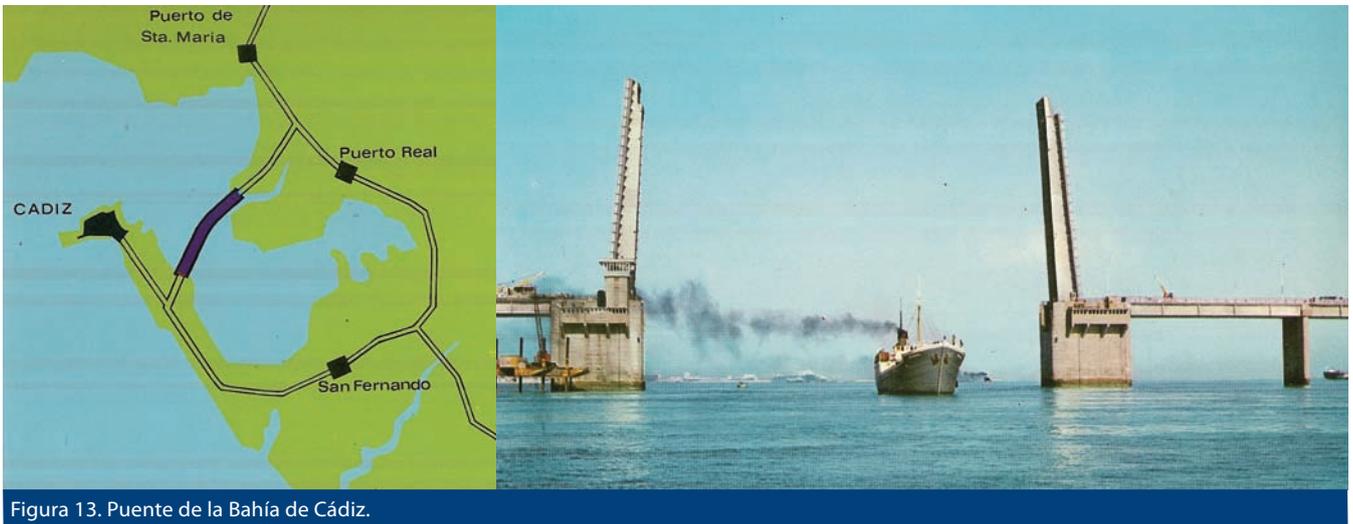


Figura 13. Puente de la Bahía de Cádiz.

definitiva sobre la problemática planteada, congelando mientras tanto las tarifas. Las deliberaciones de la comisión quedaron interrumpidas al plantear el Ayuntamiento un expediente sobre la nulidad de su contrato con Bética y elevar una consulta vinculante al Consejo de Estado, que declaró el contrato válido de pleno derecho. En 1980 se presentó en el Congreso de Diputados una proposición no de ley para el rescate de la concesión del Ayuntamiento por el Estado, que fue aprobada en Abril de 1981. Se acordó el rescate de la concesión, subrogándose el Estado en todos los derechos y obligaciones del Ayuntamiento, y manteniendo congeladas las tarifas del puente.

Pero el 1 de Mayo de 1982 las cosas fueron más lejos pues se produjo el rescate de la concesión y la suspensión del peaje. El Real D. 826/82, de 30 de Abril así lo aprobó. No obstante Bética siguió

manteniendo y operando las instalaciones del Puente pero sin cobro de peaje y con la correspondiente indemnización del Estado.

Son de destacar en este caso dos aspectos fundamentales. Por una parte la incoherencia, frecuentemente repetida, de solicitar su supresión una vez la vía está en funcionamiento olvidando que las inversiones realizadas requieren un largo periodo de maduración y que el peaje cumple otras finalidades adicionales a la simple financiación de la inversión inicial. Por ejemplo, puede contribuir a evitar la saturación de las vías y financiar nuevas inversiones. Ahora bien la heterogeneidad del sistema español con vías de peaje y otras similares gratuitas, favorece y estimula el agravio comparativo. Otro aspecto, especialmente aplicable a este caso, es la influencia de las razones políticas y electorales de los partidos que favorecen

este tipo de decisiones. Por ejemplo, en este caso quien impulsó definitivamente el rescate fue el gobierno de UCD cuyo presidente en Cádiz era D. José Antonio García Díez, quien también era Vicepresidente del Gobierno Español. Esa decisión tomada en periodo electoral no les favoreció, como se esperaba o por lo menos no lo hizo suficientemente, porque la UCD no ganó las elecciones en la Provincia de Cádiz.

### 3.4. Las fusiones e integraciones para solucionar problemas de viabilidad económica

La fusión de sociedades concesionarias con dificultades económicas con otras que están en situación más favorable se ha utilizado repetidamente a lo largo del tiempo, especialmente en los casos de accionistas comunes. Normalmente estas fusiones han ido acompañadas de modificaciones concesionales (ampliaciones de plazos y cambios tarifarios en una u otra sociedad) para restablecer el equilibrio de la sociedad absorbente y evitar así que resulte perjudicada con la fusión.

De entre esas fusiones destacaremos las siguientes:

- La absorción de Bética Autopistas por AUMAR en 1986. La situación de Bética era compleja y con la fusión se igualó su plazo concesional con el de AUMAR.
- La absorción de Autopistas de Cataluña y Aragón S.A. por ACESA en 1984 para solucionar los problemas



Figura 16. Acesa.

de la primera. Esta fusión fue acompañada de modificaciones concesionales en otras concesiones de ACESA.

Además de esas fusiones se han producido otras muy importantes cuya finalidad principal no ha sido resolver problemas económicos de alguna concesión, sino que han servido para producir las sinergias deseadas por las propias sociedades y que han sido aprobadas por la Administración. El detalle de las mismas puede verse en el libro *Las Autopistas de Peaje en España*.

Normalmente las concesiones han mantenido la personalidad individualizada de cada una de ellas con las fusiones de sociedades. No fue así con la integración de Canales y Túneles S.A. en Iberpistas, caso en el que se extinguió la concesión del túnel.

#### 4. Finalización de concesiones por finalización del plazo concesional. La autopista bilbao-behobia

La finalización de una concesión por transcurso de su plazo concesional se ha producido una sola vez fue el 6 de Junio del 2003 cuando finalizó la concesión de la autopista Bilbao-Behobia. La concesión de la autopista Bilbao-Behobia fue adjudicada el 6 de Junio de 1968 con un plazo de concesión de 35 años a Europistas Concesionaria Española S.A.

Europistas Concesionaria Española, S.A. se constituyó el 21 de mayo de 1968. Su finalidad inicial era la promoción, construcción y explotación de autopistas en régimen de concesión administrativa. Las acciones fueron suscritas el 50 % por Ferrovial, S.A., representada por D. Rafael del Pino y Moreno; el 25 % por la Compañía D'Enterprises C.F.E., S.A., sociedad belga representada por D. Álvaro Milans del Bosch y Huelin; el restante 25 % por la sociedad inglesa John Laing Construction Limited, representada por Brian Muyr Sanderon. Previamente, el 10 de junio de 1967 el Estado Español había convocado concurso para la construcción, conservación y

explotación de la autopista Bilbao-Behobia. El 14 de mayo de 1968 se adjudicó dicha concesión a la proposición presentada por las tres personas citadas que actuaban en representación de las tres sociedades indicadas. El promotor del Grupo fue, evidentemente, Rafael del Pino y Moreno.

La concesión de la autopista Bilbao-Behobia tenía 108 Km, entre Bilbao y la frontera francesa en Guipúzcoa. Ha sido la vía básica de vertebración del País Vasco y atraviesa una difícil orografía ya que es perpendicular a los diferentes valles que en Vizcaya y Guipúzcoa están orientados al mar y que están densamente poblados. La difícil construcción duró 7 años, con notables obras de ingeniería para la época.

La autopista se puso en servicio por tramos. En 1971 se inició la explotación de los tramos Basauri-Amorebieta y Amorebieta-Durango. En 1972 el tramo Durango-Ermua. En 1973 los tramos entre Ermua y Zumaya. En 1974 Zumaya-Zarauz-San Sebastián. En 1975 el tramo San Sebastián-Irún y finalmente en 1976 Irún-Behobia, donde se construyó el puente internacional. Para canalizar el intenso tráfico de esta zona costera del País Vasco la Autopista dispone de 20 enlaces. Para minimizar el nº de paradas se disponía de siete estaciones de peaje abierto y ocho de peaje cerrado.

Inicialmente esa concesión originó a Europistas importantes pérdidas hasta 1982, es decir durante los 14 primeros años. A partir de ese momento fue produciendo resultados moderadamente positivos, si bien mejoraron notablemente en los últimos años, lo que permitió retribuir a los accionistas, con dividendos y devoluciones de capital, con una rentabilidad razonable a lo largo de la concesión.

Esa concesión mantuvo su plazo inicial y nunca fue prorrogada. Es la única concesión antigua que ha mantenido el mismo plazo inicial, a pesar de las múltiples negociaciones que se produjeron en sus últimos años. En numerosas ocasiones se planteó la ampliación del plazo a cambio de importantes

reducciones de tarifas o la realización de inversiones en la propia autopista y fuera de ella, o también combinaciones de las dos cosas. En varios momentos estuvo muy próxima la conclusión de acuerdos en ese sentido, pero la complejidad y diversidad de las Administraciones implicadas no permitió el acuerdo conjunto. Cuando algunas estuvieron conformes otras se opusieron y en otros momentos se invirtieron las posiciones. Las Administraciones implicadas fueron la Administración Central, el Gobierno Vasco y de forma decisiva las Diputaciones Forales de Vizcaya y Guipúzcoa.

Después de Junio del 2003 las únicas Administraciones competentes sobre la autopista AP-8, entre Bilbao y la frontera francesa, fueron las correspondientes a los Territorios Históricos de Bizkaia y Gipuzkoa, donde se produjo un continuo debate sobre la continuidad o no del peaje. El resultado fue que finalmente, las Juntas Generales de cada uno de los Territorios decidieron mantener el peaje, con algunas características especiales; por ejemplo no se llama peaje, sino canon, aunque de hecho es un peaje ya que se cobra en función de los kilómetros recorridos. Otra de las especificidades del sistema aprobado, probablemente como consecuencia de la complejidad política y de los deseos de los empresarios locales, es que no fue posible una gestión única de toda la autopista. Cada una de las Diputaciones creó su propia sociedad pública, Interbiak en Vizcaya y Bidegi en Guipúzcoa. Estas sociedades convocaron concursos para la operación y mantenimiento de la autopista con características diferentes en cada uno de los Territorios y que finalmente también fueron adjudicados a empresas diferentes. El tramo de Bizkaia fue adjudicado a la sociedad Autopista de Bizkaia S.A. participada en un 70 % por Europistas. En Guipúzcoa Bidegi adjudicó la operación de la autopista a la sociedad Bidelan. Los activos revertibles de la antigua concesión, así como el correspondiente personal de Europistas fue objeto de subrogación.

## 5. La crisis actual

### 5.1. Características de la crisis actual

Como es bien conocido, en el momento actual, un grupo importante de Sociedades concesionarias, casi todas las concedidas en los últimos 15 años, se encuentran con importantes dificultades económicas y bastantes se encuentran en Concurso de Acreedores.

En esas sociedades se dan casi todas y cada una de las causas que originan las crisis, tal como las hemos detallado anteriormente, destacando las siguientes:

- Tráficos muy inferiores a los previstos, consecuencia de las mejoras producidas en las carreteras alternativas y de la crisis económica sin precedentes producida desde el 2007, con descensos de los tráfico desconocidos hasta ahora, de casi un 35 % y que los han llevado a niveles del año 2000.
- Desviaciones muy importantes de las inversiones previstas, al aumentar fuertemente las de construcción y las expropiaciones. Las primeras, principalmente, por las obras adicionales impuestas y las segundas por los fallos de los Jurados y Tribunales, que suponen el pago de precios de los terrenos a unos precios exageradamente por encima de los reales del mercado, multiplicando por 20 los previstos, haciendo inviables muchas concesiones.
- Dificultades enormes para refinar los préstamos, especialmente con las entidades financieras internacionales pero también con la banca española. Esto a pesar que los diferenciales se han elevado desde 50-70 puntos básicos a 300 o más.

La deuda del conjunto de esas sociedades es del orden de 3.500 millones de euros y las expropiaciones pendientes se estiman en más de 1000 millones de euros.

### 5.2. Soluciones aplicadas desde el 2009 hasta ahora

Del conjunto de las circunstancias expuestas se deduce la gravedad de la crisis actual. Las Administraciones concedentes han tomado diversas medidas, ya detalladas en las páginas anteriores, para paliar las dificultades y restablecer el equilibrio económico-financiero. Así la Ley de Presupuestos del 2010, Ley 16/2009, autorizó una serie de medidas para compensar el sobre coste de las expropiaciones, las obras adicionales no previstas y restablecer el equilibrio económico-financiero en 14 concesionarias. Con base a esta disposición se concedieron préstamos participativos y se modificaron, en algunos casos, las tarifas y plazos concesionales como sucedió, por ejemplo, con las R-2, R-3 y R-5. La Ley 43/2010 estableció las Cuentas de Compensación para moderar los efectos de las caídas de tráfico, consignando anualmente en dicha Cuenta el importe de los ingresos que corresponderían a tráfico inferiores al 80 % de los previstos.

Ambas medidas han sido muy positivas, pero las dificultades presupuestarias para dotar adecuadamente las partidas compensatorias, la continuidad de las caídas de los tráfico y las dificultades, a veces casi insalvables, para la refinanciación de los préstamos han conducido a bastantes concesionarias al Concurso de Acreedores.

En el caso de Túneles de Artxanda se ha resuelto, por mutuo acuerdo, la extinción de la concesión en los términos descritos anteriormente.

### 5.3. Soluciones planteadas actualmente

Las soluciones que se pueden plantear son parecidas a las que hemos detallado en páginas anteriores y que se han utilizado en otras crisis.

En primer lugar las modificaciones concesionales con alargamientos de plazos y cambios tarifarios. Se han utilizado recientemente, por ejemplo, en algunas radiales de Madrid, pero estas

son soluciones de largo plazo y son menos válidas cuando quedan muchos años de concesión. Las concesionarias con problemas necesitan soluciones a muy corto plazo. De todas formas pueden ser efectivas en algunos casos, so las o en combinación con otras.

Las fusiones con sociedades saneadas podrían aportar soluciones, pero la problemática del agravio comparativo entre Comunidades autónomas las dificulta mucho.

El tema analizado de los anticipos reintegrables y cuentas de compensación está muy bien, pero las dificultades presupuestaria de la Administración los limita mucho.

Por tanto, ante esta situación, que no mejora, todo parece indicar que vamos hacia procesos de nacionalización similares a los producidos en el pasado y que hemos descrito detalladamente y así lo han manifestado las autoridades competentes. Se habla de la posibilidad de nacionalización de 9 o 10 sociedades concesionarias.

Los principales interesados en este proceso son, además de la Administración Concedente, los accionistas de las sociedades, los constructores (que también son accionistas en muchos casos) y los Bancos. Los primeros por razones evidentes, los segundos por las deudas de construcción, una parte de la cual está reconocida y por su condición de accionistas, y los bancos, porque, naturalmente, quieren cobrar sus préstamos.

Parece que se ofrece a los accionistas una participación del 20 % en el capital de las Sociedades nacionalizadas. A los constructores el pago al contado del orden del 50 % de las cantidades que les adeudan las concesionarias o bien el pago íntegro, pero aplazado a fechas muy lejanas. A los bancos se les pide alargar el vencimiento de los préstamos, escalonar los tipos de interés a lo largo del tiempo y también financiar a largo plazo los más de 1000 millones de euros de expropiaciones pendientes.

Es delicado valorar, en este momento, el proceso, porque se está

discutiendo, pero parece evidente que las principales dificultades para llegar a un acuerdo surgen al valorar la Responsabilidad Patrimonial de la Administración, al fijar el % que tendría los accionistas actuales en las sociedades nacionalizadas y en el reconocimiento de todas las deudas con los constructores. En caso de no llegar a un acuerdo parece inevitable la liquidación de las sociedades que están en concurso de acreedores, situación que, en mi opinión, sería perjudicial para todas las partes y especialmente para el prestigio del sistema concesional español.

También es problemática la configuración de las sociedades, donde existe, frecuentemente, una sociedad vehículo que tiene el 100 % de la concesionaria. Ese planteamiento se generalizó cuando valoraba mucho en los concursos la financiación con recursos propios. Así resultó que la concesionaria tenía el 100 % de recursos propios y toda la deuda se encuentra en la sociedad vehículo, que naturalmente tiene todas las garantías de la concesionaria.

Una actuación que podría solucionar, en buena parte, los problemas actuales sería la aplicación del pago por uso en las autovías, tal como se está haciendo en diferentes países europeos, siguiendo la orientación de las Directivas europeas. Parece que todos las Administraciones se lo plantean pero ninguna se atreve a aplicarlo, cuando, probablemente, eso se producirá inevitablemente, más pronto o más tarde.

#### 5.4. Similitudes y diferencias de la crisis actual con las anteriores

Vamos a analizar a continuación las similitudes y diferencias con las crisis anteriores que han producido rescates y nacionalizaciones.

Con respecto a las nacionalizaciones de AUDASA, Aucalsa y Audenasa en 1983 y la creación de la Empresa Nacional de Autopistas en 1984, las causas de las crisis son muy parecidas, aunque aquellas sociedades no habían iniciado la explotación total de sus autopistas y las actuales llevan ya bastantes años en funcionamiento. Por otra parte la magnitud de la crisis económica actual es probablemente mayor y la barbaridad de las expropiaciones actuales no tiene comparación.

Una diferencia muy importante con respecto a la situación actual es que, esas tres sociedades, tenían volúmenes muy elevados de préstamo avalados por el Estado. 37.000 millones de pts. Audasa, 39.000 millones de pts. Aucalsa, etc. Es decir que el Estado hubiera estado directamente afectado por el impago de los préstamos.

Pero quizá lo que más nos interesa en este momento es ver cómo se instrumentó la nacionalización. En el caso de AUDASA, los accionistas, bancos y cajas, habían aportado efectivamente 4.000 millones de pesetas y movilizados 66.000 millones de pesetas de préstamos. El acuerdo consistió en la compra de las acciones con pago diferido del nominal el año 2013, que entonces era el

final de la concesión. Es decir que en pesetas de Diciembre de 1983 el pago era de aproximadamente 1.200 millones de pesetas, por tanto percibirán un 30 % de las cantidades efectivamente aportadas. Los bancos recuperaron sus préstamos, pero mejoraron las condiciones en sucesivas renegociaciones.

En el caso de Aucalsa la aportación había sido de 6.582 millones. Se acordó el pago diferido de esa cantidad el año 2021, entonces año final de la concesión. Si suponemos una variación anual de IPC del 2 % para los próximos años ese pago, equivale en pesetas de 1983 a 1.700 millones de pesetas, aproximadamente, es decir que percibirán un 16 % de lo efectivamente aportado. Esas compensaciones tiene que pagarlas el Estado puesto que esa obligación no se transfirió a las concesionarias nacionalizadas y posteriormente privatizadas. Los Bancos tuvieron que dar una financiación adicional de 9.000 millones de pts. En condiciones mejores que las de mercado.

Parecido es el caso de Audenasa.

Después de la nacionalización el Estado, a través de ENAUSA, hizo aportaciones y concedió subvenciones por un importe equivalente a 951,7 millones de Euros en el periodo 1984-2003, que unidos a los 78,3 millones de Euros de pago aplazado de capital, alcanzan los 1.030 millones de Euros. En 2002 se aprobó la privatización de la Empresa Nacional obteniendo el estado 1.586 millones de Euros. Si transformamos esas cifras en Euros constantes de un año determinado las dos serían parecidas.



Figura 17. AP8. Amorebieta.



Figura 18. Vialidad invernal en AP1.



Figura 19. Terrassa variante.

Por tanto en este caso el proceso de nacionalización se realizó de mutuo acuerdo aunque con importantes pérdidas para los accionistas, pero en definitiva se salvaron las sociedades, se terminaron las autopistas y se evitó el descrédito que hubiera supuesto para el Estado el impago de los préstamos, la mayor parte exteriores.

Otro caso reciente es de Túneles de Artxanda S.A. concesionaria de la Diputación Foral de Vizcaya en el que se han dado las circunstancias y dificultades actuales. En este caso, detallado anteriormente, se ha producido la extinción de la concesión por mutuo acuerdo en Octubre del 2010 con continuidad del peaje. El convenio aprobado la Diputación indemniza a la concesionaria con 62,5 millones de Euros, en concepto de Responsabilidad Patrimonial de la Administración, pero con la obligación de pagar a los Bancos 61 millones de Euros de deuda, importe que abonará directamente la Diputación a los Bancos o podrá acordar con los mismos su asunción. Es decir que los accionistas, que desembolsaron 31 millones de Euros de capital, han recuperado una parte pequeña del mismo. La diferencia principal es que en este caso se ha extinguido la concesión aunque ha continuado el peaje.

En el caso de autopista Bilbao-Santander, concedida a Vasco Montañesa C.E.S.A., solamente se construyó el Puente de Rontegui que no llegó a entrar en funcionamiento. La extinción por mutuo acuerdo de la concesión se debió a una

mezcla de razones económicas y políticas. La indemnización acordada fue de 1.650 millones de pesetas, En el momento previo a la extinción los socios habían desembolsado un capital de 1.850 millones de pesetas, la deuda de la sociedad ascendía a 700 millones de pesetas y disponía de unas inversiones financieras a plazo de 425 millones de pesetas. Si a los 1.650 millones recibidos le sumamos los 425 M de tesorería y le restamos los 700 M de deuda resulta que la recuperación neta fue de 1.375 M, que comparados con los 1.850 M desembolsado es un 74 % en pts corrientes. Si la comparación la hacemos en pts. Constantes los 1.375 M recuperados se transforman, aproximadamente, en 650 M de pts. En esos años las variaciones del IPC eran del orden del 15 % anual. Es decir que los accionistas perdieron aproximadamente un 65 % del capital desembolsado, si lo medimos en pts. Constantes.

El recate del Puente de Cádiz no se puede comparar por ser un caso atípico. El rescate y la suspensión posterior del peaje obedecieron a razones totalmente políticas. La concesionaria era el Ayuntamiento de Cádiz y la administración y gestión se cedió a Bética de Autopistas. Con el rescate el Estado se subrogó en las obligaciones del Ayuntamiento y tuvo que indemnizar a Bética de Autopistas.

En cualquier caso la crisis actual tiene muchos aspectos muy parecidos a las que se han producido anteriormente, pero también hay importantes

diferencias, derivadas principalmente del entorno económico y político actual. Un ejemplo de esto último son las limitaciones que impone Eurostat, al considerar algunas modificaciones como ayudas y por tanto déficit del Estado, hecho que dificulta algunas soluciones.

## 6. Bibliografía

- [1] Las Autopistas de peaje en España. José M<sup>a</sup> Morera Bosch-Joaquín Prior Perna. Aseta.
- [2] El Peaje en la Unión Europea y en España. Joaquín Prior Perna-UIMP-Aseta.
- [3] Hacia un modelo armonizado de Autopistas de peaje en Europa. Salvador Alemany. Asecap.
- [4] Coste del rescate de las Autopistas españolas. Joaquín Prior Perna.UIMP, Aseta.
- [5] Modelos de financiación de Infraestructuras en Europa. Alfonso Gonzalez Finat. Comis. E.
- [6] Los riesgos en las concesiones de Autopistas. Joaquín Prior Perna.UIMP. Aseta.
- [7] La homogeneización de la Red de Alta capacidad. Salvador Alemany. UIMP-Aseta.
- [8] La continuidad del peaje al finalizar la concesión. Joaquín prior Perna. UIMP-Aseta.
- [9] Propuesta de un nuevo plan homogéneo de A.de P. Joaquín Prior Perna. UIMP-Aseta.
- [10] La reforma contable y su incidencia en S.C.de Aut. de Peaje. Ana Martínez Pita. UIMP-Aseta.
- [11] Las tarifas en las Autopistas de peaje. Joaquín Prior Perna.UIMP-Aseta.
- [12] Las prórrogas de las concesiones. Joaquín Prior Perna-UIMP-Aseta.
- [13] Efectos del peaje en los presupuestos Públicos. Joaquín Prior Perna. UIMP-Aseta.
- [14] Evolución Histórica de los sistemas de revisión de tarifas. Joaquín Prior Perna-Asecap 2005.
- [15] Concesiones de baja rentabilidad, participación privada. Joaquín Prior Perna-Asecap 2006. ❖

# 3M Láminas retrorreflectantes microprismáticas



Tecnología que asegura una visibilidad superior

## Microprismas 3M con tecnología Full Cube Corner (Esquina de Cubo Completo)

La tecnología Full Cube Corner, desarrollada por 3M a nivel mundial, permite obtener valores máximos del Coeficiente de Retrorreflexión  $R'$ , luminancia, blancura, brillo y angularidad, ofreciendo una visibilidad superior las 24 horas del día. Además, facilita la producción con nuevas técnicas, como la impresión digital.

Esta tecnología microprismática de 3M es respetuosa con el medio ambiente, por su reducción de emisiones en el proceso de fabricación.

Una innovación tan eficiente no debía quedar reservada para un determinado nivel, por ello, 3M la ha implementado ya en todas sus láminas retrorreflectantes. Así, las señales de tráfico fabricadas con láminas retrorreflectantes microprismáticas 3M, sean de Clase RA1, Clase RA2, o Clase 3, todas con Marca N y Marcado CE, son, siempre, la mejor solución para las exigentes condiciones del tráfico actual.

## Gamas de láminas retrorreflectantes microprismáticas 3M

Clase RA1: **3M ENGINEER GRADE PRISMATIC™ EGP**. Con Marca N y Marcado CE

Clase RA2: **3M HIGH INTENSITY PRISMATIC™ HIP**. Con Marca N y Marcado CE

Clase 3: **3M DIAMOND GRADE CUBE™ DG<sup>3</sup>**. Con Marca N y Marcado CE

# Análisis comparativo del ciclo de vida medioambiental de elementos de contención fabricados en acero-madera y acero-composite para carreteras de alta montaña

**Ricardo Díaz Martín**  
*Catedrático Ing. Construcción*  
*Universidad CEU-San Pablo*

**Pablo Redondo Martín**  
*Profesor Adjunto*  
*Universidad CEU-San Pablo*

**Miguel González Izquierdo**  
*Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos*  
*Grupo Elsamex S.A.*

**Gastón Sanglier Contreras**  
*Profesor Agregado*  
*Universidad CEU-San Pablo*

**Eduardo J. López Fernández**  
*Profesor Colaborador Doctor*  
*Universidad CEU-San Pablo*

## 1. Introducción

Mediante el presente artículo se aborda el análisis comparativo del ciclo de vida medioambiental de elementos de contención de madera natural y madera polimérica o composite como aplicación al uso de materiales sustitutivos de acero galvanizado, en las carreteras de alta montaña. La investigación aporta un análisis de ambos materiales con respecto a su utilización en la fabricación de elementos de contención.

La nueva generación de materiales compuestos a base de refuerzos ligníticos ofrecen durabilidad a largo plazo respecto de las estructuras típicamente construidas en madera natural tratada. Entre los diferentes productos aparecen composites de matriz polimérica y dispersión de residuos lignito-celulósicos que se están desarrollando para usos estructurales y estéticos. Las propiedades mecánicas de estos compuestos dependen en gran medida de la calidad de la fibra, la interfaz de fibra-matriz, y la matriz de polímero según cada formulación. La combinación de matrices poliméricas con fibras celulósicas

para generar productos industriales de alta calidad proporciona una posible solución de valor añadido a la utilización de residuos de biomasa (resos de poda, cáscaras de frutos secos, huesos de aceituna, cáscara de arroz, etc.). Actualmente, la madera tratada químicamente se utiliza ampliamente en estructuras de construcciones residenciales e industriales para mejorar la durabilidad de la misma.

El uso de este material como sustitutivo de la madera natural, como decisión parcial al desarrollo sostenible, se ha de tomar bajo una base científica por comparación de indicadores medioambientales como factores de daño y han de agruparse de acuerdo con sus riesgos ambientales para la salud humana, la calidad del ecosistema y el consumo de recursos (1).

El efecto más importante de los indicadores ambientales considerados en el presente trabajo es, entre otros, la reducción de la tala de pinos amarillos, como madera más frecuentemente utilizada, tal como se menciona en diferentes publicaciones en las que se analizan los efectos ambientales de la deforestación en el desarrollo sostenible. (2), (3).

La tala de árboles tiene su propia clasificación como indicador ambiental: clasificación del uso de la tierra (4), (5) y el tiempo transcurrido entre la plantación, el crecimiento y la poda. Esta clasificación los sitúa en la clase IV (grupo de árboles entre 5 y 10 años de crecimiento) (6). Este es un valor necesario a cuenta del inventario de daños medioambientales. Otro factor a considerar es el aprovechamiento de residuos en la formulación del material sustitutivo de la madera.

Las etapas del ciclo de vida han de ser definidas de forma más amplia para cada material para una correcta aplicación de los estándares de ISO 14000, cuya metodología (7) incluye el análisis de ciclo de vida (ACV), para elegir el material más conveniente de acuerdo con un objetivo medioambiental. De este modo, han de ser tenidos en cuenta, también, los daños medioambientales involucrados a lo largo de las etapas de adquisición de las respectivas materias primas, su procesado, manufactura, distribución, uso e incineración o eliminación final, constituyentes todas ellas del ciclo de vida del material.

Los impactos ambientales al final de la incineración son emisiones atmosféricas y producción de cenizas, los cuales afectan al medio ambiente como cualquier caso de gestión de residuos sólidos basado en la incineración en horno (8), (9). Además, el efecto invernadero tiene una gran influencia en el cambio climático (10), y se requiere la medida de las composiciones y concentraciones de contaminantes que lo pueden provocar para construir el inventario de impactos ambientales.

Cuando se considera la formulación ambiental del material basado en poliuretano, sus precursores han de ser minimizados necesariamente en orden a conseguir reducir su potencial de daño ambiental, como ha sido establecido por otros autores para reacciones químicas (11), dado que el procesado del petróleo y la manufactura del poliuretano producen daños ambientales, y en particular, suponen una amenaza para la vida del ser humano (12). En este caso, el 30% en peso del poliuretano ha sido sustituido por la misma cantidad de cáscaras de almendra que actúa como relleno del material (suministrado como residuo agrícola cuyo uso actual es la incineración para la obtención de energía). Esta es la máxima cantidad que se puede reemplazar en el material manteniendo características mecánicas aceptables en su aplicación. Por otra parte, el polioliol empleado para la producción del polímero de adición (Poliuretano), se está elaborando a partir de polioles vegetales; de manera que solo se emplearía el isocianato como monómero procedente del petróleo (50% del total de la matriz polimérica).

Después de completada la fase de inventario de emisiones atmosféricas y residuos sólidos, la herramienta de software de análisis de ciclo de vida permite evaluar los datos ambientales para el nuevo material y compararlos con los de la tradicional madera de pino.

Así, este trabajo ofrece una demostración aplicada de la aplicación de una herramienta de ACV al desarrollo de un material más respetuoso con el

medio ambiente a través de los principios del ecodiseño recogidos en los principales estándares de ISO 14000, cuya metodología (7) incluye el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) para elegir el material apropiado y minimizar el daño ambiental.

## 2. Procedimiento Experimental

El trabajo experimental fue llevado a cabo en una planta piloto diseñada para optimizar las cargas de material sólido. Se utilizó un mezclador y una máquina de inyección de baja presión (Purmatic) para ensayar diferentes caudales, de polioliol e isocianato con cargas variables de sólidos que posteriormente eran introducidos en un mezclador e inyectados en el molde.

Una vez que la composición óptima del posible material sustitutivo fue formulada apropiadamente con el fin de permitir su flujo en el molde de inyección, se efectuó una comparación de los daños ambientales producidos a lo largo de todo el ciclo de vida del material, empezando por la extracción de las materias primas y siguiendo por el procesado, manufactura, distribución y el proyectado final de uso para las barreras de seguridad en un horno para su incineración.

Los ciclos de vida según el material de construcción (basado en poliuretano y madera) se muestran en los diagramas de proceso (Proceso 1).

Mediante la comparativa de ambos elementos de contención se ha tratado de evaluar lo acertado de la decisión, desde un punto de vista medioambiental, por comparación con la barrera de seguridad de madera situado en carreteras de alta montaña. Se han considerado las fases de obtención de las materias primas y fabricación en el análisis de ciclo de vida.

Las etapas de ciclo de vida de cada material deben definirse para una correcta aplicación de los estándares de ISO 14000 (15), cuya metodología incluye el análisis de ciclo de vida (ACV), para seleccionar el material más conveniente de acuerdo con un objetivo medioambiental. De esta manera han de tenerse en cuenta los daños involucrados a lo largo de las etapas de adquisición de las respectivas materias primas, su procesado, manufactura, distribución, uso y gestión como residuo, constituyentes todas ellas del ciclo de vida del material. Así, fundamentalmente, este análisis ha consistido en conocer las cantidades, composiciones y características de los materiales utilizados en cada tipo de barrera de seguridad.

En el análisis de inventario de los materiales de construcción de los elementos de contención se ha supuesto como unidad funcional que permita la comparación de los elementos de



Figura 1. Fabricación de barreras de seguridad.

contención una distancia de 1 km, así se ha estimado su masa a partir de las de sus elementos (valla, postes, sujeciones, tuercas y tornillos) obteniéndose los siguientes resultados (tabla 1)

Se ha considerado como acero utilizado un acero al carbono-manganeso, concretamente el S275JR según la norma EN 10025 (17). Su composición química porcentual es la siguiente: C≤0,21; Mn≤1,5; P≤0,035; S≤0,035; N≤0,012; Cu≤0,55. A partir de dichos porcentajes se obtiene que las masas de los elementos metálicos en el acero de los elementos de contención para la distancia considerada como unidad funcional (1 Km) son los reflejados en la tabla 2.

La incineración final de los elementos de contención genera contaminantes atmosféricos. Después de la incineración de ambos prototipos en un horno, los gases de salida de la cámara de postcombustión fueron determinados analíticamente y para esta finalidad se utilizó un analizador de gas CA-CALC de la casa TSI Co., habiéndose medido la velocidad y temperatura de los gases a la salida y las concentraciones de CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub>.

Se utilizó un cromatógrafo de gases Agilent-6890 para determinar los compuestos orgánicos y las dioxinas, mientras que las partículas sólidas volantes fueron capturadas a través de una serie de filtros y se pesaron las correspondientes a la fracción MP10.

Las condiciones de combustión y los resultados obtenidos para cada una de ellas se muestran en la Tabla 3.

Las concentraciones y el impacto ambiental de los diferentes contaminantes se introdujeron en la matriz de datos de inventario del programa SimaPro 5.1 (Pré Netherlands, Co.), en

el cual se incluyeron los valores experimentales obtenidos cuando se incluyeron ambos modelos, junto a los valores correspondientes a las etapas previas del ciclo de vida del producto expresados como factores de daño en la tala de pinos amarillos y la extracción de materias primas entre otras (Pré Netherlands, Co.).

La estructura de la base de datos revela las variables que afectan al medio ambiente a lo largo del ciclo de vida para ambos materiales, el cual debe ser evaluado y comparado. De esta forma, los daños ambientales pueden ser clasificados en tres categorías:

- Los que afectan a la salud humana.
- Los que afectan a la calidad del ecosistema.
- Los que afectan a los recursos naturales del sistema

#### Daños a la Salud Humana:

En esta categoría se encuadran los daños siguientes:

- Sustancias carcinogénicas.
- Sustancias orgánicas respirables.
- Sustancias inorgánicas respirables.
- Efectos en el cambio climático.
- Efectos en la capa de ozono.

Todos los factores ambientales que dañan la salud humana son cuantificados por los respectivos factores de daño expresados en las unidades DALY (disminución en años de la expectativa de vida), tiempo de vida perdida por un individuo por cada kilo de sustancia emitida.

#### Daños a la Calidad del Ecosistema:

Se tienen en cuenta los siguientes indicadores ambientales:

- Emisiones ecotóxicas.

- Efecto aditivo de la eutrofización y de la acidificación.
- Ocupación de la tierra y conversión de uso de la misma.

Estos daños son cuantificados por el factor de desaparición potencial de especies de plantas en un m<sup>2</sup> durante un año (PDF/m<sup>2</sup>-año).

#### Daños que afectan a los recursos:

En los factores de daño para la tala de árboles utilizados en el presente trabajo se ha tenido en cuenta el tiempo necesario para la restauración y se ha clasificado el tiempo necesario para la rehabilitación y uso del suelo de la siguiente manera:

- Uso de la tierra tipo II: cercano a un área natural.
- Uso de la tierra tipo III: zona verde urbana o cercana a vías de ferrocarril.
- Uso de la tierra tipo IV: uso no interrumpido de suelo urbano.

De este modo, los factores de daño están basados en observaciones empíricas del número de especies de plantas por tipo de área. La base de datos ESU para análisis de ciclo de vida producida por ETH Zurich ha incluido los datos de uso de la tierra. El pino amarillo es considerado en el grupo del tipo IV, ocupando 9,16 m<sup>2</sup> de tierra, y siendo necesarios de 5 a 10 años para la completa restauración después de la tala.

Daño a los recursos causados por la extracción de minerales y combustibles fósiles. En este caso, los factores de daño expresan la energía adicional consumida para extraer la energía (ambas en MJ). Un factor de daño con valor uno significa que para conseguir una determinada extracción de

Tabla 1.

\* El espesor del recubrimiento de Zn se ha supuesto 70 µm conforme a la norma UNE-EN ISO 1461:2010 (16)

	Acero (kg)	Zn del recubrimiento* (kg)	Madera (kg)	Material innovador (kg)
Barrera de seguridad de acero con madera	15.339	516	12.342	
Barrera de seguridad de acero con Material innovador	15.339	516		6.171

Tabla 2. Composición en peso de elementos metálicos de los dos tipos de elementos de contención (Dado que los materiales metálicos son iguales en los elementos realizados en madera y composite; se concluye que dichas partes metálicas no influyen en la comparativa de daños ambientales).

	Hierro (kg)	Manganeso (kg)	Cobre (kg)
Barrera de seguridad de acero con madera	14.980	230	84
Barrera de seguridad de acero con Material innovador	14.980	230	84

energía en su fuente de origen en el futuro, se necesitará una energía adicional de un MJ, debido a que la explotación de los recursos conducirá a una menor concentración de ellos, o cualquier otra circunstancia no favorable respecto a las reservas restantes.

Los resultados de la técnica de análisis de ciclo de vida (ACV) fueron obtenidos introduciendo los datos en el programa mencionado anteriormente SimaPro 5.1, [Ecoindicador'99 modo E], siendo E la perspectiva igualitaria para la estimación de daños (daños causados a largo plazo por europeo y año) generándose figuras que permiten la comparación de los daños ambientales de ambos materiales. Este programa y el sistema Ecoindicador permiten evaluar productos y procesos para la obtención de la ecoetiqueta (13), siendo este un paso necesario en una auditoría ambiental. Ambos fueron desarrollados por Pré Netherlands, Co. y ETH Zurich.

### 3. Resultados y Discusión

Los ensayos realizados en planta piloto han mostrado la posibilidad de reducir un 30% en peso el consumo de ambos precursores de poliuretano (a partes iguales de polioliol e isocianato) mediante la inclusión del mismo porcentaje de partículas de cáscara de almendra como materia prima secundaria (residuo agrícola).

La comparación de los dos materiales utilizados demuestra que el material innovador pesa la mitad que la madera. De esta forma, en los cálculos del ACV, para cada kilogramo de madera, fue considerado tan sólo 0,5 kg del material innovador en la composición (compuesto por 0,35 kg de poliuretano y 0,15 kg de cáscara de almendra molida, ver Tabla 3. La inclusión de partículas de cáscara de almendra produce una reducción significativa en los daños medioambientales debidos a la disminución conseguida por el uso del poliuretano.

En esta investigación no se ha tenido en cuenta la reutilización de los materiales, debido a que el ciclo de vida termina con la incineración en horno de modo que esta es la última etapa para ambos materiales. En el caso de la madera natural, su deterioro impide muchos posibles procesos de reciclado.

Durante el proceso final de incineración, la composición del gas de salida (Tabla 3) revela los siguientes porcentajes de reducción de los contaminantes del aire al usar el nuevo material:

- Dioxinas
- SO<sub>2</sub> (29,5%)
- NO<sub>2</sub> (99,5%)
- Partículas (29,7%)
- Orgánicos volátiles [COV] (30,6%)
- CO (29,9%)
- CO<sub>2</sub> (95,4%)

El caudal de gas a la salida del horno fue de  $5,42 \cdot 10^{-3}$  kg/s en la incineración de ambos materiales, pero la potencia calorífica del poliuretano es más alta que la de la madera, ahorrándose un 13,3% de gas natural.

Los Figuras 2, 3, 4 y 5 muestran los factores de daño para ambos materiales, agrupados por categorías según los resultados proporcionados por la técnica de ACV aplicada desde la extracción de las materias primas hasta la incineración de los productos después de su final de ciclo de vida. Estos resultados muestran que los elementos de contención compuestos de poliuretano y de cáscara de almendra (50% en peso), tienen los siguientes efectos ambientales respecto a aquellos fabricados en madera exclusivamente:

- Los daños carcinogénicos se incrementan por el uso del material innovador (x 12860)
- El daño debido a compuestos inorgánicos respirables, para este material, también se incrementa (x 1,53).
- El factor de daño por cambio climático en la salud humana decrece (x 0,89), debido a menores emisiones atmosféricas promotoras del efecto invernadero.
- Los factores de daño para la ecotoxicidad y los efectos aditivos de la acidificación/neutrofización se incrementan por el uso del material innovador (x 5,79) y (x 2,49) respectivamente.

Tabla 3. Consumos de combustible y emisiones atmosféricas en el horno.

	Madera (1kg de pino amarillo)	Material innovador (0.5 kg = 0.35 kg poliuretano + 0.15 kg cáscaras de almendra)
Energía por consumo de combustible		
Gas Natural (kWh)	5,08	4,40
Emisiones al aire		
Dioxinas (ng T EQ/h)	19,50	13,65
SO <sub>2</sub> (kg/s)	$2,16 \cdot 10^{-7}$	$1,52 \cdot 10^{-7}$
NO <sub>2</sub> (kg/s)	$9,75 \cdot 10^{-7}$	$4,00 \cdot 10^{-9}$
Partículas PM <sub>10</sub> (kg/s)	$5,41 \cdot 10^{-7}$	$3,80 \cdot 10^{-7}$
COV (kg/s)	$2,72 \cdot 10^{-7}$	$1,88 \cdot 10^{-7}$
CO (kg/s)	$2,71 \cdot 10^{-6}$	$1,90 \cdot 10^{-6}$
CO <sub>2</sub> (kg/s)	$8,51 \cdot 10^{-3}$	$3,90 \cdot 10^{-7}$

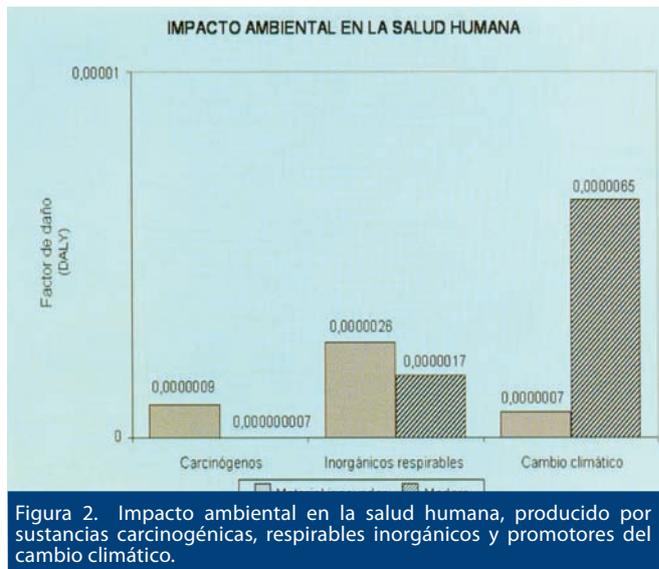


Figura 2. Impacto ambiental en la salud humana, producido por sustancias carcinogénicas, respirables inorgánicos y promotores del cambio climático.

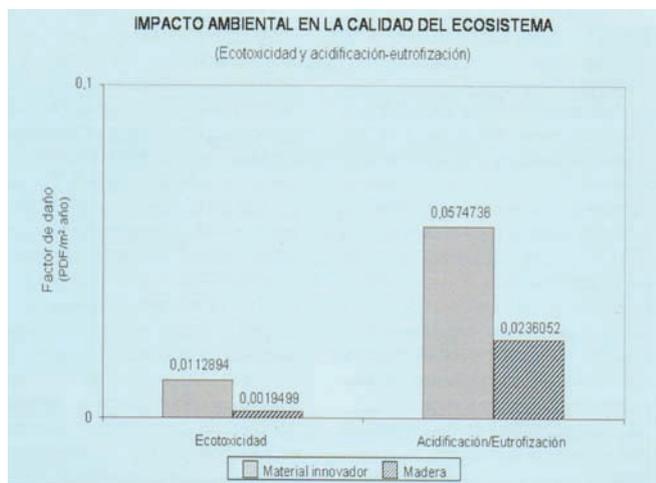


Figura 3. Impacto ambiental en la Calidad del ecosistema producido por los efectos de las sustancias ecotóxicas y aditivo de la acidificación- eutrofización.

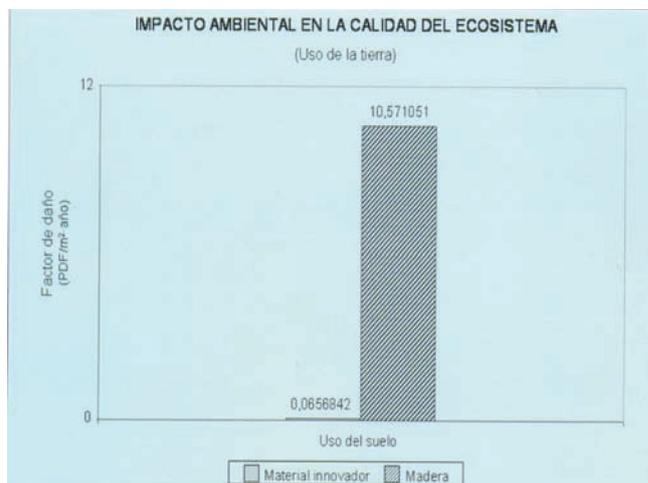


Figura 4. Impacto ambiental en la Calidad del ecosistema producido por la tala de pino amarillo y depósito de cenizas.

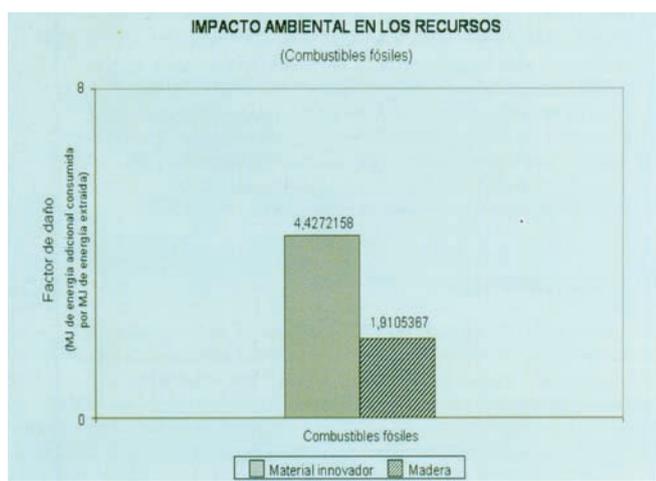


Figura 5. Impacto ambiental en los recursos producido por la extracción del combustible fósil.

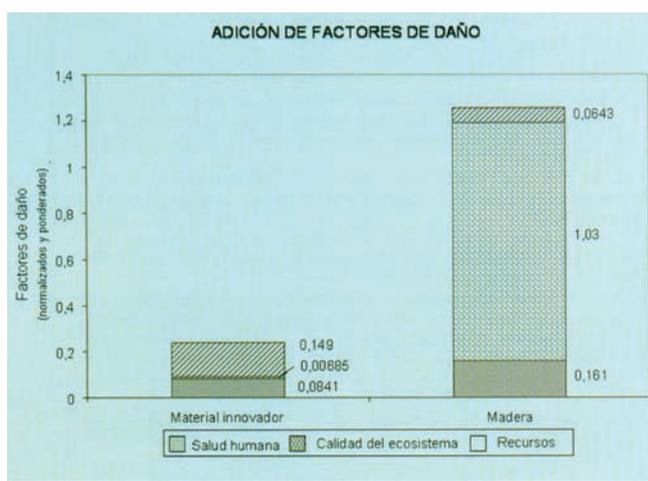


Figura 6. Comparación de las áreas de impacto ambiental usando ambos materiales.

El uso de material sustitutivo reduce el efecto de tala de árboles, señalado como el daño más importante al ecosistema. La reducción alcanzada para este factor de daño es del 99,4%. Este porcentaje es cercano al 100% dado que para el material innovador se utiliza el residuo de un fruto (cáscara de almendra), los árboles no se talan y el uso de la tierra se considera nulo en el ACV. Cuando los elementos de contención se incineran en horno, se produce un residuo sólido (cenizas) que necesitan un lugar para ser depositadas.

Este impacto es mayor para el material innovador, pero la necesidad de suelo es significativamente menor.

Los combustibles fósiles se utilizan para la obtención del poliuretano, la energía en los procesos y las necesidades de gas natural para la incineración final del elemento de contención. La

extracción de los combustibles fósiles, su transporte, manufactura, transformación y combustión final producen un incremento en el consumo de recursos cuando los elementos de contención se fabrican con material innovador, siendo el factor de daño 2,32 veces mayor.

Cuando se han comparado por categorías los daños respectivos de ambos materiales, los resultados del ACV señalan a la tala de árboles y a la incineración de la madera como los daños más influyentes en la Calidad del Ecosistema y la Salud Humana, tal como se puede apreciar en el Figura 4 y 2 respectivamente. La Salud Humana se ve afectada por el efecto invernadero y el consecuente cambio climático, promovido principalmente por la generación de CO<sub>2</sub> en la incineración final de la madera. Cuando se realiza un elemento de contención fabricado

en madera, en lugar de uno fabricado con el material sustitutivo basado en una estructura de poliuretano, el efecto invernadero se incrementa. Este resultado es la consecuencia de dos efectos combinados: la diferente densidad de ambos materiales para la misma aplicación (la barrera de seguridad hecha del material innovador pesa la mitad que el de madera), produciendo ahorros en las cantidades respectivas de los precursores del poliuretano por la inclusión de partículas de cáscara de almendra en el interior de la matriz del poliuretano, además se ahorra gas natural. Estos fenómenos descritos anteriormente, no sólo afectan al cambio climático, sino que también provocan los daños ambientales, que a continuación, se describen.

A lo largo del ciclo de vida de una barrera de seguridad, la presencia de

carcinógenos y de compuestos inorgánicos respirables es mayor para el material basado en poliuretano utilizado como sustituto de la madera (ver figura 2).

El riesgo carcinogénico es debido al uso de isocianato y poliol como precursores en la fabricación de poliuretano. Estos daños ambientales, que afectan a la Salud Humana son reducidos por las inclusiones de partículas de cáscara de almendra en el material matriz. De este modo, se consigue una minimización del daño potencial a la salud humana, y al sumar todos los factores de daño a la salud, de cada material, se aprecia que el material innovador presenta un daño que es la mitad del producido por la madera. El poliuretano puro es también un posible sustituto de la madera bajo consideraciones medioambientales, pero la presencia potencial de carcinógenos aumenta. También mediante la técnica de ACV resulta que la elección de la fabricación con el material innovador es mejor que hacerlo con poliuretano puro.

Las sustancias ecotóxicas y la acidificación-eutrofización producen efectos sobre la calidad del medio ambiente, fundamentalmente debidos a la incineración final. Estos efectos se incrementan cuando se utiliza el material sustitutivo, de modo que la adición de ambos daños es 2,69 veces mayor para este que para la madera (figura 3). Estos factores de daño al ecosistema evaluados son debidos fundamentalmente a la combustión de gases conteniendo dioxinas y óxidos de azufre y nitrógeno respectivamente. Pero la tala de árboles está en la misma categoría de daño (calidad del ecosistema) y la adición de los factores de daño potencial se hacen 78,8 veces mayores para la madera (figura 4).

El consumo de combustibles fósiles es 2,32 veces mayor para el material innovador (figura 5) dado que se requiere un incremento en el consumo de recursos en las materias primas para obtener los precursores del poliuretano.

Se han aplicado procesos de normalización y ponderación para comparar las diferentes categorías de impacto. Esto se debe realizar porque las unidades no son las mismas para las categorías de daño a la salud humana, la calidad del ecosistema y los recursos. De esta forma, resulta necesario establecer un criterio de normalización y de ponderación, especialmente en los casos como los del presente trabajo, en el que uno de los materiales comparados tiene un mayor impacto en la categoría de daño de los recursos (poliuretano con inclusiones de cáscara de almendra) que el otro, que tiene una mayor repercusión en las categorías de daño a la salud y la calidad del ecosistema (madera).

En la primera etapa, la normalización requiere dividir cada factor encuadrado en una categoría de daño por los siguientes valores:  $1,55 \cdot 10^{-2}$  (salud humana),  $5,13 \cdot 10^3$  (calidad del ecosistema) y  $5,94 \cdot 10^3$  (recursos). En la segunda etapa, la ponderación se efectúa por multiplicación de los factores de daño para cada categoría por los siguientes valores:

- 300 (salud humana)
- 500 (calidad del ecosistema)
- 200 (recursos)

Cuando todos los factores de daño ambiental han sido normalizados y recalculados por ponderación para las diferentes categorías, finalmente se pueden representar los resultados globales y compararse directamente bajo una cierta perspectiva de igualdad, figura 6.

Las conclusiones a cerca del ciclo de vida de ambos materiales se pueden obtener a través de las dimensiones de cada barra de categoría de impacto ambiental:

- El impacto ambiental global en la salud humana es menor para el nuevo material que para la madera.
- El impacto ambiental en la calidad del ecosistema es menor para el material innovador. La calidad del ecosistema también se ve perjudicada menos por el uso del material basado en poliuretano, porque la

tala de pino amarillo se reduce.

- El impacto ambiental debido al consumo de recursos es mayor para el nuevo material. Este material requiere un incremento en el consumo de recursos (materias primas) utilizadas en su procesado, lo que supone una mayor repercusión en la categoría de daño sobre los recursos.

Una visión global del Grafico 5 permite comparar el impacto ambiental global (suma de las tres barras para cada categoría) debidas a los ciclos de vida de los materiales: material innovador basado en poliuretano y madera. La técnica de análisis de ciclo de vida (ACV) indica finalmente un impacto medioambiental global de un 81% menor para una barrera de seguridad fabricada con el nuevo material que para el fabricado en madera.

El uso de cáscaras de almendra como inclusiones dentro del poliuretano supone una mejora medioambiental considerable debido a que se reduce el consumo de precursores de poliuretano.

## 4. Conclusiones

### MEDIO AMBIENTE

Los polímeros termoestables, como el material innovador, reforzados con cáscara de almendra y otras fibras naturales son cada vez más comunes en el mundo de la construcción. Las ventajas de las biofibras sobre las fibras reforzantes tradicionales, como puede ser la fibra de vidrio, son su bajo costo, baja densidad (con ello buenas propiedades específicas), menos equipación para su procesamiento, alta suavidad, biodegradabilidad y ecológicamente favorables ya que se producen a partir de recursos naturales. La incorporación de cáscara de almendra al plástico aumenta la estabilidad dimensional térmica del molde y permite el diseño de productos complejos. Además, se trata de compuestos muy atractivos desde el punto de vista medioambiental, ya

que los residuos de biomasa pueden ser utilizados para hacer estos productos aportando un importante valor añadido.

En cuanto a su comportamiento frente al fuego, como en el caso de un incendio, la conducta del nuevo material frente a la madera de pino tradicional de otros elementos de contención presenta como principal ventaja que al tratarse de un material termoestable, se carboniza por acción del calor y de la llama. Esta carbonización superficial será más o menos estable en función del tipo de mezcla del composite y se consigue una protección frente al calor durante cierto tiempo respecto del interior. El nuevo material no funde ni gotea y por tanto evita la propagación del fuego por caída de gotas inflamadas (posibilidad que puede darse cuando se utilizan termoplásticos).

La versatilidad de formulaciones de esta matriz polimérica termoestable permitiría añadir residuos inorgánicos inertes que bloquearían parcialmente la combustión mejorando su comportamiento al fuego; haciéndose mucho más resistente que la madera de pino tratada.

## DURABILIDAD Y ECONOMIA

Otra propiedad importante que presenta este material innovador es su alta resistencia a la absorción de humedad. La absorción de agua por el nuevo material se produce en función

de las condiciones ambientales y tiene lugar por humectación. Está influida fundamentalmente por la densidad y las dimensiones. En todo caso, el contenido de humedad, en la práctica, no supera el 5% en volumen (ver figura 7).

La variación de la humedad contenida en los elementos de contención producidos con nuevo material es insignificante en comparación con los realizados a base de madera, se observan pequeños cambios (menos de 1%) con relación a los elementos de contención fabricados en madera (que pueden llegar a absorber hasta un 40% de su espesor original).

En las figuras 8 a 9 se puede apreciar el efecto negativo de la humedad con la consiguiente degradación de la madera en los elementos de contención de este tipo, efecto que no se aprecia en los producidos con material innovador.

## MONTAJE

El sistema utilizado para el montaje de las barreras de seguridad se caracteriza por el hecho de que está constituido por un perfil que tiene dos porciones, una porción superior con un contorno semicilíndrico destinado a acoplarse mediante un sistema de fijación de placas atornilladas al núcleo de acero galvanizado y una segunda porción inferior con un contorno sensiblemente semicircular que se encuentra calzada, a modo de poste.

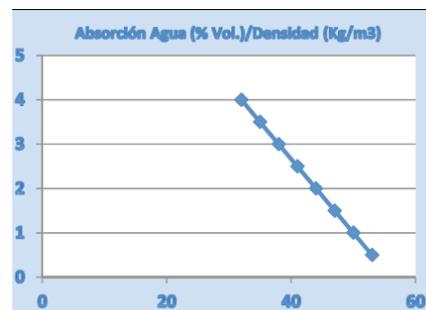


Figura 7. Absorción de agua en función de la densidad del material (Fuente: Miquel Fernandez Zaragoza, Master thesis (pre- Bologna period) Universidad Politécnica de Cataluña).

## 5. Referencias Bibliográficas

- [1] Granados, A.J. and Peterson, P.J. "Hazardous Waste Indicators for National Decision Makers". *Journal of Environmental Management*. 1999,55, 4, 249-263.
- [2] Nowak, D.J. "Atmospheric Carbon Reduction by Urban Trees". *Journal of environmental Management*.1993,37, 3, 207-217.
- [3] Osei, W.Y. "Woodfuel and Deforestation-answers for a Sustainable Environment". *Journal of Environmental Management*. 1993, 37, 1, 51-62.
- [4] Bunee, R.G.H., Barr, C.J., Clarke, R.T., Howard, D.C. and Lane, A.M.J. "Land Classification for Strategic Ecological Survey". *Journal of Environmental Management*. 1996, 47, 1, 37-60.
- [5] Confort, J.C. "Selecting Indicators for Assessing Sustainable Land Management". *Journal of Environmental Management*. 1999, 56, 3, 173-179.



Figura 8. Detalle de la degradación de la madera por efecto de la humedad en un poste de fijación de barrera de seguridad de madera.



Figura 9. Detalle de la degradación de la madera por efecto de la humedad en perfil longitudinal de barrera de seguridad de madera.

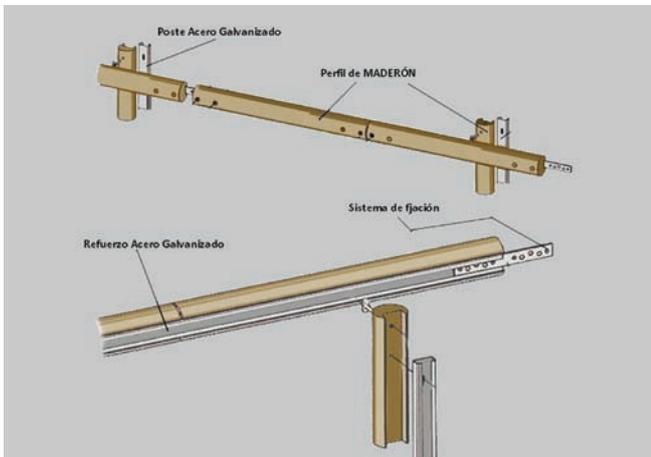


Figura 10. Colocación y ensamblaje de una barrera de seguridad.



Figura 11. Vista posterior de la barrera de seguridad en el Km.17 de la carretera M-604.



Figura 12. Detalle de acoplamiento al poste.



Figura 13. Vista superior del soporte de fijación.

- [6] Cameron, A.D., Miller, D.R., Ramsay, F., Nikolau, I. and Clarke, G.C. "Temporal Measurement of the loss of Native Pinewood in Scotland through the Analysis of Orthorectified Aerial Photographs". *Journal of Environmental Management*. 2000, 58, 1, 33-43.
- [7] Jensen, A.A., Hoffman, L., Miller, B.T., Schmidt, A., Christiansen, K., Berendesen, S., Elkington, J. and Van Dijk, F. "Life Cycle Assessment (LCA). A guide to approaches, experiences and information sources". European Environment Agency, Copenhagen. 1998. ISBN 92-9167-079-0.
- [8] Solano, E., Ranjithan, S., Barlaz, M.A., and Brill, E.D. "Life-Cycle-based Solid Waste Management.1: Model Development". *Journal of Environmental Engineering*. 2002, 128, 10, 981-992.
- [9] Solano, E., Dumas, R.D., Harrison, K.W., Ranjithan, S.R., Barlaz, M.A. and Brill, E.D. "Life-Cycle-based Solid Waste Management. JT: Illustrative Applications". *Journal of Environmental Engineering*. 2002, 128, 10, 993-1005.
- [10] Stokes, D., Linsay, A., Marinopoulos, J., Treloar, A. and Wescon, G. "Household Carbon Dioxide Production in Relation to the Greenhouse Effect". *Journal of Environmental Management*. 1994, 40, 3, 197-211.
- [11] Domenech, X., Ayllón, J.A., Peral, J. and Rieradevall, J. "How Green is a Chemical Reaction? Application of LCA to Green Chemistry". *Environmental Science and Technology*. 2002, 36, 24, 5517-5520.
- [12] Lin, S.J. and Chang, Y.F. "Linkage Effects and Environmental Impacts from Oil Consumption Industries in Taiwan". *Journal of Environmental Management*. 1997, 49, 4, 393-411.
- [13] Manhoudt, A.G.E., Van de Ven, G.W.J., Udo de Haes, H.A. and de Son, G.R. "Environmental labelling in the Netherlands: a Framework for Integrated Farming". *Journal of Environmental Management*. 2002, 65, 269-283
- [14] <http://upcommons.upc.edu/pfc>
- [15] "Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Requisitos y directrices". UNE-EN ISO14044:2006. AENOR. 2006
- [16] "Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo". UNE-EN ISO 1461:2010. AENOR. 2010
- [17] "Productos laminados en caliente de aceros para estructuras. Parte 5: Condiciones técnicas de suministro de los aceros estructurales con resistencia mejorada a la corrosión atmosférica". UNE-EN 10025-5:2007. AENOR. 2007.
- [18] UNE 135900 de "Evaluación del comportamiento de los sistemas de protección de los motociclistas en las barreras de seguridad y pretilos" ❖

# XIII Jornadas de Conservación de Carreteras

## Madrid, 22 y 23 de octubre de 2013



Inauguración de las XIII Jornadas de Conservación de Carreteras por parte de D<sup>a</sup> Carmen Sánchez Sanz, Subdirectora General de Conservación, (izqda.); D. Jorge Urrecho Corrales, Director General de Carreteras (centro) y D. Roberto Alberola, Pte. de la ATC (dcha.).

Después de 3 años desde su última celebración, el pasado 22 de octubre de 2013 se inauguraron las XIII Jornadas de Conservación de Carreteras, con la presencia del Director General de Carreteras, D. Jorge Urrecho Corrales, de la Subdirectora General de Conservación, D<sup>a</sup> Carmen Sánchez Sanz y del Presidente de la Asociación Técnica de Carreteras (ATC), D. Roberto Alberola. Más de 400 asistentes se reunieron durante dos días en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid para escuchar un programa de conferencias dividido en 5 sesiones más un último bloque de comunicaciones libres. Así, empresas privadas y de la Administración Pública tuvieron la oportunidad de poner en común aspectos que van desde los nuevos contratos de conservación integral a la seguridad vial, pasando por temas que preocupan especialmente a día de hoy y surgieron con frecuencia a lo largo de las jornadas: la mejora de la eficiencia energética y la necesidad de conseguir el mayor ahorro de costes posible.

La Asociación Técnica de Carreteras (ATC) celebró durante los días 22 y 23 de octubre de 2013 las XIII Jornadas de Conservación de Carreteras en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid. Dos días intensos de ponencias sobre los distintos aspectos de la conservación se convirtieron en el foro donde profesionales de la Ingeniería expusieron sus puntos de vista, con una preocupación común: hacer frente al escaso presupuesto económico.

El Director General de Carreteras, D. Jorge Urrecho Corrales, la Subdirectora General de Conservación, D<sup>a</sup> Carmen Sánchez Sanz y el Presidente de la ATC, D. Roberto Alberola, inauguraron el evento. D. Jorge Urrecho Corrales agradeció la celebración de este foro de intercambio sobre los aspectos técnicos de conservación de carreteras que constituye, como comentó, un objetivo prioritario dentro de la política de carreteras del Ministerio de Fomento: "Seguimos viviendo tiempos

difíciles, en los que muchas de las convicciones que hemos tenido durante años se han tambaleado. El sector de la construcción y la obra civil ha acometido una reestructuración importante, debido a la drástica disminución de la inversión de todas las Administraciones Públicas en los últimos años. Nuestro país se ha visto obligado a realizar reformas de gran calado".

D<sup>a</sup> Carmen Sánchez, quien preside además los Comités Técnicos de la ATC de Conservación y de Vialidad Invernal,



D<sup>a</sup> Carmen Sánchez Sanz, Subdirectora General de Conservación, (izqda.); D. Jorge Urrecho Corrales, Director General de Carreteras (centro) y D. Roberto Alberola, Pte. de la ATC (dcha.) .

enunció los temas que más tarde se desarrollarían: “Se van a plantear temas que preocupan como la gestión de la conservación en el contexto económico actual, costes históricos, mejora de la eficiencia, seguridad vial, nueva normativa en la Dirección General de Carreteras y Vialidad Invernal”. D. Roberto Alberola agradeció a los más de 400 asistentes reunidos en la Escuela de Caminos su presencia a estas Jornadas y recordó que la misión fundamental de la ATC es la transferencia de tecnología.

### Ajustes, autovías de 1<sup>a</sup> generación y contratos de conservación integral

La primera sesión *Gestión de la Conservación e Implementación* estuvo presidida por la Subdirectora General de Conservación, D<sup>a</sup> Carmen Sánchez Sanz, quien hizo una introducción sobre las primeras ponencias: “Los presupuestos del Ministerio de Fomento, de la Dirección General de Carreteras, y en particular de la Subdirección General de Conservación, se han visto muy mermados en los últimos años”, afirmó D<sup>a</sup> Carmen Sánchez al hilo de lo que había comentado minutos antes el Director General de Carreteras durante la inauguración del evento. “Tal es así que



Sesión presidida por D. Vicente Vilanova. En la mesa de izqda. - dcha.: D. Ángel Luis Martínez Muñoz, D. Vicente Vilanova Martínez - Falero, D. Álvaro Navareño Rojo y D. Juan José Baríos Baquero.

en 2014 tendremos un 40% menos de presupuesto que el que teníamos otros años, esto obliga a hacer ajustes”. Y continuó la Subdirectora General de Conservación presentando al primer ponente: “D. Jaime López – Cuervo Abad (Coordinador de Conservación del Ministerio de Fomento), quien explicó en qué ha afectado y cómo se han implementado estos ajustes, tanto estos contratos que teníamos vigentes, en los que hemos realizado modificados negativos, como en los contratos nuevos que entrarán en vigor próximamente:

me estoy refiriendo tanto a los 32 que se han licitado este verano como los 16 que en las próximas semanas irán saliendo en el BOE”.

Continuó después D. Carlos Casas, Jefe de la Unidad de Carreteras de Teruel, a quien la Subdirectora General de Conservación definió como “uno de nuestros compañeros más activos a la hora de avanzar en mejoras de los sistemas de gestión de conservación”. La ponencia de D. Carlos Casas trató sobre las novedades del nuevo TEREX, un programa creado para facilitar la gestión de

la conservación ordinaria, que empezó implantándose en Teruel, continuó por toda la demarcación de carreteras y hoy en día está disponible en muchas demarcaciones de carreteras con muchas variaciones.

Más tarde, D<sup>a</sup> Rosario Cornejo (Consejero Técnico de la Subdirección de Conservación del Ministerio de Fomento) presentó una intervención con el título "Conservación y explotación en las concesiones de las autovías de primera generación" ya que es la persona que, como comentó D<sup>ña</sup>. Carmen Sánchez, gestiona los 10 contratos de concesión de la Dirección General de Carreteras que se adjudicaron en 2007 para la explotación y conservación de las autovías de primera generación. D<sup>a</sup> Rosario Cornejo explicó los avances en los mismos y la experiencia hasta la

fecha en la aplicación de los indicadores del Ministerio de Fomento. La presentación del Director Gerente de Audeca, D. Carlos Sánchez Matías, trató sobre los catálogos de operaciones, partiendo de la situación actual de los mismos, de las conclusiones alcanzadas en el grupo de trabajo perteneciente al Comité Técnico de Conservación sobre instrucciones técnicas de calidad y de los avances que el actual grupo de la ATC está rea-

## D. Vicente Vilanova expuso las nuevas recomendaciones de la Dirección General de Carreteras para la iluminación, ante los nuevos sistemas como los LEDS y la subida de tarifas

lizando al respecto. El objetivo de este grupo es recoger aquellas alteraciones no tipificadas que se consideran iguales en los trabajos de conservación analizando su ejecución, composición de equipos y rendimientos. Finalmente y para cerrar esta sesión, D. Miguel Cañada Echániz (Director General de Matinsa) ofreció su punto de vista sobre la conservación eficiente desde la óptica de los contratos de conservación integral. La sesión finalizó con un tiempo dedicado a las preguntas del auditorio y breve coloquio, que en esta ocasión versó especialmente sobre el coste de las autovías de 1<sup>a</sup> generación.

Por la tarde, comenzó la 2<sup>a</sup> sesión, *Elementos de la infraestructura, costes históricos y mejora de la eficiencia*, que estuvo presidida por D. Vicente Vilanova Martínez – Falero (Coordinador de Seguridad Vial de la Demarcación de Carreteras de Madrid, del Ministerio de Fomento), en la que participaron: en primer lugar, D. Álvaro Navareño (Consejero Técnico de la Subdirección de Conservación del Ministerio de Fomento), quien habló sobre la necesidad de gestionar un parque de puentes y las principales inspecciones de este año 2013. Continuó D. Ángel Luis Martínez Muñoz (Jefe de área de proyectos y obras de la Subdirección General de Conservación del Ministerio de Fomento) quien trató la rehabilitación de firmes en su intervención y la búsqueda de la eficiencia en estas actuaciones. Finalizaba ya la tarde D. Óscar Gutiérrez – Bolívar Álvarez (Director del Laboratorio de Infraestructura Viaria del CEDEX - Ministerio de Fomento) con los costes que demandan y generan las carreteras (construcción, conservación y rehabilitación) y a quiénes atañe desde las Administraciones hasta los ciudadanos. El miércoles 23 de octubre arrancó con *Nueva normativa en la Dirección General de Carreteras*, título de la 3<sup>a</sup> sesión, que estuvo presidida por D<sup>a</sup> Rosario Cornejo Arribas (Consejero Técnico de la Subdirección de Conservación. Ministerio de Fomento). Así, D. Antonio Pérez Peña fue el primero en inaugurar la mañana de conferencias con las modificaciones en



(De izqda. a dcha) D. Jaime López -Cuervo Abad, D<sup>a</sup> Carmen Sánchez Sanz, D<sup>a</sup> Rosario Cornejo Arribas, D. Carlos Sánchez Macías y D. Miguel Cañada Echániz.



(De izqda. a dcha) D. Carlos Casas Nagore, D. Jaime López -Cuervo Abad, D<sup>a</sup> Carmen Sánchez Sanz, D<sup>a</sup> Rosario Cornejo Arribas y D. Carlos Sánchez Macías.

la norma 8.1 IC de señalización vertical y el nuevo convenio SISTHO (Sistema de Señalización Turística Homologada - acuerdo firmado entre la Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda y la Secretaría de Estado de Turismo).

### Normativa, seguridad vial y vialidad invernal

También de normativa pero en referencia a los túneles y su metodología de análisis de riesgo habló D. Guillermo Llopis Serrano (Jefe de Servicio de Túneles de la Dirección General de Carreteras). De nuevo, surgió el tema de la iluminación y de cómo conseguir una mayor eficacia al menor coste posible. D. Vicente Vilanova, quien forma parte del Comité Técnico C6 de la Asociación Técnica de Carreteras como su Presidente adjunto, expuso las nuevas recomendaciones de la Dirección General de Carreteras para la iluminación de carreteras (en túneles y cielo abierto), ya que además han surgidos nuevos sistemas tecnológicos como los LEDS y han aumentado las tarifas energéticas.

Más tarde, D. Carlos Llinás González, Jefe de la Unidad de Carreteras en Segovia (Demarcación de Carreteras del Estado en Castilla y León Oriental), habló de las normas vigentes en cuanto a los sistemas de contención de vehículos y finalizó la sesión D. Carlos Azparrén Calvo (Ingeniero Jefe del Servicio de Puentes y Estructuras de la Dirección General de Carreteras con una exposición sobre la *Guía para el proyecto y ejecución de obras de señalización horizontal*, que editó la Dirección General de Carreteras, destinada a los técnicos con responsabilidad en la construcción y conservación de carreteras, con el objetivo de facilitar el manejo de todos los conceptos relacionados con la señalización horizontal.

La cuarta sesión de las Jornadas se dedicó a la seguridad vial y D. Agustín Sánchez Rey (Subdirector General de Explotación y Gestión de Red de la Dirección General de Carreteras) fue su Presidente. Esta vez, se dividió en las

siguientes ponencias: D. Roberto Llamas Rubio habló sobre la OC 30/2012 de 20 de julio y otras directrices que regulan la seguridad vial de la Red de Carreteras del Estado y de la Comisión Europea. Tras él, D. Pablo Pérez de Villar Cruz (Jefe de Servicio en la Unidad de Coordinación de Seguridad Vial de la Dirección General de Carreteras) explicó la nueva metodología de identificación de los TCA (Tramos de Concentración de Accidentes), es decir, aquellos tramos que presentan un nº de accidentes mayor al esperado que el de otros tramos semejantes por factores de riesgo locales. D. Pablo Pérez de Villar Cruz comentó que estos se pueden consultar en la página web del Ministerio de Fomento y en toda la península ibérica se han detectado alrededor de 150 TCA. D<sup>a</sup> Susana Gómez Moreno (Unidad de Coordinación de Seguridad Vial de la



Público asistente a las XIII Jornadas de Conservación en el que se encuentra la Subdirectora General de Conservación y otros ponentes.

Dirección General de Carreteras) explicó el proceso de auditorías o inspecciones de las infraestructuras viarias, un procedimiento regulado también por la OC 30/2012. Más tarde, D. Antonio Tocino de la Iglesia (Gerente Conservaciones



(De izqda. a dcha.) D. Óscar Gutiérrez-Bolívar Álvarez, D. Ángel Luis Martínez Muñoz, D. Vicente Vilanova Martínez - Falero y D. Juan José Barrios Baquero.



(Izqda a dcha) D<sup>a</sup> Rosario Cornejo, D. Antonio Pérez Peña, D. Guillermo Llopis y D. Carlos Llinás González.



Dña Lola García Arévalo (Responsable del Área de Conservación AECOM INOCSA) durante su intervención en la Sesión *Vialidad Invernal*.



Sesión presidida por D. Luis Azcue: *Vialidad Invernal*.

Zona Centro Ferrosar) y D. Luis Ayres Janeiro (Director Técnico de IMESAPI) profundizaron sobre las actuaciones de bajo coste de seguridad vial en las conservaciones integrales, éste último con respecto al caso concreto de la Red de Carreteras de Álava mientras que D. Ángel Luis Martínez Muñoz (Jefe de Área de Proyectos y Obras de la Subdirección General de Conservación del Ministerio de Fomento) se centró en los proyectos de seguridad vial. Por último, terminó la sesión D. Guillermo Llopis (Jefe de Servicio de Túneles de la Dirección General de Carreteras, del Ministerio de Fomento) con la accidentalidad en túneles.

### Campaña de Vialidad Invernal 2012-2013

La quinta sesión de las XIII Jornadas de Conservación estuvo dedicada a la vialidad invernal y fue el Jefe de Servicio de Seguridad Vial y Señalización de la

Subdirección General de Conservación del Ministerio de Fomento, D. Luis Azcue Rodríguez, quien la presidió e inició con un análisis de la Campaña de Vialidad Invernal del año pasado, en el que destacó los 42.294 tratamientos preventivos (rutinarios), y los 5.979 tratamientos curativos, que se llevaron a cabo especialmente en los meses de enero y febrero. Por su parte, María Dolores García Arévalo, Responsable del Área de Conservación de la empresa AECOM INOCSA, explicó las novedades del Sistema de Gestión de la Vialidad Invernal de la Subdirección de Conservación como la página web [www.fomento-vi.es](http://www.fomento-vi.es), cuyo objetivo es desarrollar e implantar una base de datos en la que se registre toda la información relativa a vialidad invernal.

Más tarde, fue el turno de D. Jorge Lucas Herranz, Jefe de la Demarcación de Carreteras del Estado en Castilla y León Occidental (Ministerio de Fomento), quien habló sobre las actuaciones

## D. Luis Azcue (Subdirección General del Ministerio de Fomento) hizo un análisis de la Campaña de Vialidad Invernal del año pasado

del Comité Internacional de Vialidad Invernal de la Asociación Mundial de la Carretera (AIPCR): el estudio mediante casos prácticos de cómo se restablecen los daños producidos en la red como consecuencia de una meteorología adversa o la elaboración de informes destacan entre otras acciones. Después, el Vicepresidente del Comité Organizador del XIV Congreso Internacional de Vialidad Invernal de Andorra, D. David Palmijavila Duedra, explicó cómo están preparando este evento que la Asociación Mundial de la Carretera celebrará en febrero del 2014.

Finalizó la sesión D. Antonio S. Cofiño, perteneciente al Grupo de Meteorología de la Universidad de Cantabria, con una ponencia sobre la predicción meteorológica aplicada a la vialidad invernal. Antes de la clausura y tras el último debate de las Jornadas, seis empresas expusieron en qué consiste su actividad en sendas comunicaciones libres: Prointec, LCA Ingeniería, Cidro y Orión Reparación Estructural.

Después de dos días de exposición e intercambio de puntos de vista entre profesionales del sector, tuvo lugar la clausura, a cargo de Dña. Carmen Sánchez Sanz (Subdirectora General de Conservación) y del Presidente de la Asociación Técnica de Carreteras, D. Roberto Alberola. La Subdirectora General de Conservación afirmó como conclusión: "Por primera vez se ha hecho balance de la anterior campaña de vialidad invernal, del curso 2012-2013, y se han puesto encima de la mesa algunos problemas, por el presupuesto tan reducido, así como el nuevo contrato de conservación integral". Así, se puso el punto y final a unas Jornadas de contenido técnico, en las que se apreció la intención de poder volver a celebrar cada dos años. ❖

# ENTREVISTAS

**D<sup>a</sup> Carmen Sánchez, Subdirectora General de Conservación del Ministerio de Fomento: "Estas Jornadas sirven de puesta en común para que las Administraciones expliquemos las motivaciones que tenemos a la hora de adoptar ciertas medidas"**

## **¿Qué le están pareciendo estas jornadas, su desarrollo y temas tratados?**

Las Jornadas están pareciendo muy interesantes tanto a los profesionales del sector de la empresa privada como a los responsables de la gestión de los contratos en las Administraciones Públicas. En mi caso, que no llevo mucho tiempo en el sector de la conservación están siendo muy enriquecedoras y hablando con otros asistentes me trasladan respuestas similares.

## **¿De cara al futuro en qué benefician este tipo de Jornadas a los profesionales del sector de la conservación, a la gestión a los contratos que se lleven a cabo?**

Sirve de puesta en común para que las Administraciones expliquemos las motivaciones que tenemos a la hora de adoptar ciertas medidas, también para que las empresas nos trasladen sus inquietudes y la problemática que les generan estos ajustes que últimamente estamos obligados a hacer; así como para buscar soluciones comunes para las dos partes.



## **¿Qué le parece la labor de la ATC al organizar este tipo de Jornadas?**

Me parece que es el catalizador necesario para que estas Jornadas se produzcan y fomenten precisamente este encuentro. Falta una parte que es la de trasladar los avances que se han hecho en el Comité internacional que nos traen a España las experiencias de otros países. Es la forma de conocer hoy en día las experiencias en otros países.

**D. Vicente Vilanova: "Se ha demostrado cómo adoptar soluciones que tampoco supongan un incremento de coste y que sean lo más eficientes posible"**

## **-Como Presidente de la sesión ¿qué le han parecido las conferencias que la han constituido y en general, los temas que se han tratado hasta el momento?**

Muy interesante. Sobre todo en la sesión de esta tarde se han tocado dos temas generales: uno de eficiencia, en el cual se ha hablado de firmes y sobre todo de iluminación. Además el tema de la iluminación está muy candente por las nuevas tarifas que han salido en agosto y que suponen según para qué instalaciones, como los túneles, subidas de hasta el 30%; y se ha demostrado que actuando y bajando contratación puedes compensar esa subida en firmes.

Se ha demostrado cómo adoptar soluciones que tampoco supongan un incremento de coste y que sean lo más eficientes posible.

Luego ha habido dos temas muy importantes: por un lado, la inspección de estructuras. Eso es básico porque tener las estructuras en condiciones implica disponer de una seguridad para la circulación muy importante. Esas inspecciones, que Álvaro Navareño ha comentado, es



D. Vicente Vilanova (izqda.) junto a D. Álvaro Navareño (centro) y D. Juan José Barrios Baquero (dcha.).

muy importante que se hagan. Y lo último, todo el tema de gestión de activos que ha presentado Óscar Gutiérrez-Bolívar Álvarez es un tema muy de futuro, con la norma ISO 55.000, que nos obligará a tratar la carretera como un activo vivo; con una inversión inicial, unos gastos y que servirá también para homogeneizar con los diferentes países europeos.

## ¿Cree que a partir de ahora se le dará cada vez más importancia a la conservación?

La conservación es muy importante y siempre ha sido importantísima. De hecho, hubo años en que se llegó al 1,7% ó 1,8% sobre el valor patrimonial. Ahora estamos en un porcentaje que supera por poco el 1%. Actualmente,

estamos en tiempos de crisis y hay que ajustarse a los presupuestos disponibles y tienes que ser muy eficiente y esperar a que haya dinero para las grandes actuaciones de rehabilitación.

La conservación adquirirá la misma importancia que tenía antes. Eso llegará otra vez.

**D<sup>a</sup> Rosario Cornejo: “Es interesante saber cuánto podemos reducir la iluminación sin ser un problema para la seguridad vial”.**

### ¿Qué le están pareciendo estas Jornadas?

Me están pareciendo muy interesantes. La sesión que he presidido yo me ha parecido de gran contenido técnico. Hemos sobrepasado el tiempo una hora pero no he sido capaz de quitarnos tiempo porque todo iba siendo aspectos muy novedosos. De hecho, la sala estaba llena y no se ha movido nadie.

### ¿Qué es lo que más puede servir de este encuentro entre profesionales, que es lo que son en definitiva estas jornadas, de cara al futuro?

De lo que hemos hablado nosotros, creo que todo. Por ejemplo lo que ha contado Vicente Vilanova, de eficiencia e iluminación, creo que es importantísimo ahora que han subido las tarifas de la energía eléctrica. Es interesante saber cuánto podemos reducir la iluminación sin ser un

problema para la seguridad vial. La intervención de Carlos Azparren también ha sido interesante porque muchas veces repintamos varias veces y supone un problema para la seguridad vial este repintado o no limpiar la marca y volver a pintar.

De la norma de señalización vertical también es interesante conocer que se pueden añadir nuevos destinos. De lo que ha contado Guillermo Llopis también destaca que ha explicado cómo se hace la metodología de análisis de riesgos y la nueva norma de barreras, nueva orden circular que aglutina a todas las normas anteriores y así tenemos un único documento al que acudir cuando tengamos que redactar un proyecto que ahora mismo estaba diseminado en varios. Creo que en general, al menos mi sesión, ha sido bastante constructiva.



D.ª. Rosario Cornejo Arribas.



Sesión presidida por D.ª. Rosario Cornejo.

**D. Luis Azcue: “Estuvimos mucho tiempo decidiendo los temas que se iban a tratar y al final, se ha demostrado que son interesantes”.**

### ¿Qué le han parecido estas Jornadas de Conservación, los temas que se han tratado y su exposición?

Los temas, muy interesantes. Estuvimos mucho tiempo decidiendo los temas que se iban a tratar y al final, se ha demostrado que son interesantes y de hecho, hay mucha gente en todas las sesiones. A mí me sorprende que a esta hora haya tantas personas en la sala.

### Y de estos temas, hasta el momento, ¿cuál destacaría como más interesante?

Especialmente dedicado al futuro y a la conservación integral, quizá porque yo estoy muy especializado en ello y menos en otro tipo de cosas.



D. Luis Azcue hablando sobre la campaña de Vialidad Invernal.



GRANALLADO DE FIRMES



TRATAMIENTOS ANTIEROSIÓN DE TALUDES



REPARACIÓN DE ESTRUCTURAS



CONSERVACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE  
INFRAESTRUCTURAS



ESTABILIZACIÓN DE SUELOS

**AVANTEC**  
INFRAESTRUCTURAS

**TÉCNICAS AVANZADAS EN  
INFRAESTRUCTURAS**

## II Edición presencial del *Curso Presencial de Firmes Materiales, diseño y rehabilitación*

Durante los días 30 de septiembre, del 1 al 3 de octubre y del 21 al 24 de octubre de 2013, la ATC celebró el *Curso Presencial de Firmes*, en el que D. Javier Payán de Tejada y D. Adolfo Güell Cancela, ambos del Ministerio de Fomento, fueron los Directores Técnicos. Temas como el Mercado CE en Firmes o los Ligantes bituminosos se completaron con las visitas técnicas a una planta de áridos, una planta asfáltica y al CEDEX (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas).



D. Javier Payán de Tejada. FOTO: M<sup>a</sup>José Sánchez.



Foto de los alumnos del Curso de Firmes en el Centro de Estudios del Transporte (CEDEX), Madrid. FOTO: Eva Lázaro.

D. Javier Payán de Tejada, Jefe del Servicio de Conservación y Explotación de Valladolid. Director General de Carreteras. Ministerio de Fomento: "El curso es un ente vivo que tiene que actualizarse".

### ¿Ha notado alguna diferencia entre esta edición del *Curso Presencial de Firmes* y la del año anterior?

El curso de este año ha sido algo diferente al del año pasado. Como se suele decir "la experiencia es un grado" y en este curso hemos incorporado algunas mejoras para hacer el curso más práctico, aumentando las visitas a instalaciones, lo que permite comprobar en la realidad lo explicado en las clases.

### La Asociación Técnica de Carreteras está ofertando desde este año la posibilidad de hacer también cursos online. ¿Qué le parece esta forma de aprender?

La formación online es una modalidad muy interesante que permite adaptar la distribución de los tiempos de dedicación del alumno a sus necesidades y reduce los costes. Sin embargo, tiene el handicap de que se pierde la relación directa con el profesor.

### ¿Qué cree que puede aportar este curso presencial frente a su modalidad online equivalente (*Experto Profesional en Pavimentos de Obra Civil*), que usted también coordina?

Como he indicado en la pregunta anterior, se pierde la relación directa con el profesor y la explicación sobre el terreno

durante las visitas. Igualmente se reduce la participación de los alumnos en el curso y la intervención inmediata en el caso de que surjan dudas durante la impartición de la clase. Por otra parte un curso online exige del alumno una mayor fuerza de voluntad para su seguimiento.

### Con la experiencia de dos ediciones ya del curso, ¿qué aspecto cree que más les interesa a los alumnos?, ¿sobre qué tema hacen más preguntas?

Los alumnos que han participado en los cursos pertenecen a distintos sectores de la construcción de obras públicas, desde la consultoría y diseño, hasta la conservación por lo que sus intereses han sido diferentes y por tanto también sus preguntas. En general existe un gran interés por el conocimiento de la normativa y forma de hacer en los países que actualmente están reclamando Ingenieros españoles.

### De cara a próximas ediciones de este curso, ¿cambiaría usted alguna parte del temario o incorporaría alguna nueva?

El curso es un ente vivo que tiene que actualizarse permanentemente para incorporar las últimas novedades y las formas de trabajar en otros países, con objeto de aportar una visión lo más amplia y avanzada posible.



D. Andrés Costa en un momento de la clase que impartió en el Curso Presencial de Firms, en la ATC. FOTO: M<sup>a</sup>José Sánchez.



Planta de explotación de áridos en Madrid. FOTO: M<sup>a</sup>José Sánchez.

**D. Andrés Costa, Subdirector Tecnología Asfaltos y Construcciones. Elsan S.A. y Presidente del Comité de Carreteras de Baja Intensidad de Tráfico de la ATC: "Hay que valorar la opinión de los alumnos".**

**¿Qué le ha parecido esta II edición del *Curso Presencial de Firms Materiales Diseño y Rehabilitación con respecto a la anterior del 2012*, en la que también participó dentro del equipo docente?**

Creo que en el programa y en la organización se ha notado la experiencia de la primera edición y se han mejorado varias cosas. Estoy seguro que la tercera edición será todavía mejor. En cualquier caso deberá prestarse especial atención a la opinión de los alumnos, que en definitiva, son el elemento más importante del curso.

**Una parte fundamental de este curso presencial son las visitas técnicas; usted que ha acompañado a los alumnos durante la visita a la planta de explotación de áridos y a la de la planta asfáltica, ¿qué destacaría de ellas, de cómo se han desarrollado? ¿qué cree que es lo que más les interesa a los alumnos?**

En mi opinión las visitas han sido muy interesantes, especialmente para aquellos alumnos que no han estado nunca en una explotación de áridos o en una planta asfáltica que me parecieron la mayoría. En ambas visitas los alumnos estuvieron bastante interesados por las instalaciones y hubo varias preguntas. Ésta ha sido mi sensación, pero como en la pregunta anterior lo que debe prevalecer es la opinión de los alumnos para mantener las visitas o modificarlas.

**¿Qué dudas, preguntas se les han planteado a los alumnos en este curso? ¿En qué aspecto o temas centraron más su atención?**

Estos cursos suelen ser muy intensos en cuanto a los muchos temas que se tratan y a la cantidad de información que damos a los alumnos. Por otro lado los españoles, en general, tenemos muy desarrollado el sentido de la vergüenza para hacer preguntas en público. En las dos clases que he impartido la participación de los alumnos, en cuanto a preguntas, ha sido muy escasa; estoy seguro que no se ha debido a la claridad y precisión de la exposición realizada, sino más bien a la cantidad de información recibida en

poco tiempo, que se tarda tiempo en digerir. Seguro que después les han surgido dudas y preguntas.

En este sentido y para el futuro, yo estaré dispuesto a ofrecer a los alumnos la posibilidad de hacerme, en los días siguientes a la clase, cualquier pregunta por medio del correo electrónico y con mucho gusto la contestaré enviando la pregunta y la respuesta a todos los alumnos, sin citar la procedencia de la pregunta.

**¿Cuál ha sido su experiencia después de participar en dos ediciones como profesor de este curso, durante dos años consecutivos?**

Aquí voy a ser muy breve y conciso: Excelente y enriquecedora personalmente.

**De cara a las próximas ediciones de este curso, ¿cambiaría usted alguna parte del temario o incorporaría alguna nueva?**

Creo que el temario está muy completo, ampliarlo posiblemente no sea recomendable pues ya es bastante intenso. En cualquier caso, aquí lo verdaderamente importante es la opinión de los alumnos que han visto el curso en su totalidad. Yo al fin y al cabo sólo he visto una parte mínima del mismo. Hay que valorar la opinión de los alumnos y si hay que quitar algo será aquello que menos hayan valorado e incorporar aquellos temas que hayan echado de menos, si se ha dado el caso.

Por último y a título personal quiero dar las gracias a la Asociación Técnica de Carreteras, en la persona de Belén Monercillo y a la Dirección Técnica del Curso, en las personas de Javier Payán y Adolfo Güell, por contar conmigo para este *Curso de Firms*, es un honor formar parte de su profesorado. Muchas gracias.

# Curso de Experto Profesional en Conservación Geotécnica de Obras Viarias

Profesionales en activo de la Dirección General de Carreteras y de la Universidad Politécnica de Madrid, entre otros organismos, impartieron el *Curso presencial de Experto Profesional en Conservación Geotécnica de Obras Viarias*, del 30 de septiembre al 17 de octubre en la Asociación Técnica de Carreteras. Durante dos semanas los alumnos abordaron aspectos que van desde la normativa hasta el riesgo sísmico, pasando por el drenaje y la conservación, además de profundizar en la materia con ejercicios prácticos.



D. Carlos Oteo Mazo ( Catedrático Ingeniería del Terreno. Universidad de La Coruña).  
FOTO: M<sup>a</sup> José Sánchez.

El pasado 30 de septiembre tuvo lugar en la Asociación Técnica de Carreteras el curso presencial de *Experto profesional en Conservación Geotécnica de Obras Viarias*, bajo la Dirección Técnica de D. Carlos Oteo Mazo (Catedrático de Ingeniería del Terreno de la Universidad de La Coruña y Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos), D. Álvaro Parrilla y D. Ángel Juanco García (Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos - Dirección General de Carreteras, Ministerio de Fomento).

Aunque los profesionales con interés en el área geotécnica disponen desde septiembre de la versión on line del curso *Doce lecciones de Geotecnia Vial* (organizado también por D. Carlos Oteo), fue del 30 de septiembre al 2 de octubre; y del 14 al 17 de octubre cuando la Asociación Técnica de Carreteras (ATC) celebró el curso presencial. Profesionales en activo del sector profundizaron en las primeras sesiones sobre la normativa geotécnica española, la futura norma europea, el riesgo geotécnico en la conservación de obras

## Los profesionales con interés en el área geotécnica disponen de la versión on line del curso *Doce lecciones de Geotecnia Vial*, organizado por D. Carlos Oteo

viarias y una introducción a la estabilidad de taludes, entre otros. La segunda semana, sin embargo, estuvo dedicada a temas como los desprendimientos de rocas, túneles y riesgo sísmico. Además, las explicaciones se acompañaron de ejercicios prácticos. En concreto, se utilizó el software GEOSLOPE. El último día tuvo lugar un examen final para evaluar los conocimientos de los alumnos.

El curso se dirigía a todos los técnicos relacionados con los temas geotécnicos que lleva envuelto el tema de conservación y reparación de infraestructuras viarias: Ingenieros Técnicos, Licenciados en Ciencias Geológicas e

Ingeniería Geológica, Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, etc.

### Los profesores

El Presidente del Comité de Geotecnia Vial de la Asociación Técnica de Carreteras y Director técnico del curso, D. Carlos Oteo, inauguró el curso e impartió varias sesiones como "La estructura geotécnica viaria: Estructuras de tierra" o "Introducción al Proyecto y Construcción de Túneles".

Por su parte, D. Álvaro Parrilla expuso cuestiones de normativa y sobre desprendimientos de rocas, D. Ángel Juanco García y D<sup>a</sup> María Esther Castillo Díez, ambos también de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, participaron en el curso como ponentes. La ICCP D<sup>a</sup> María Esther Castillo (Subdirección de Conservación) explicó "El mantenimiento y la geotecnia" y "Relación entre la conservación geotécnica y la conservación del firme"; mientras que D. Ángel Juanco como Jefe de Servicio de Explanaciones y Drenaje habló precisamente sobre drenaje y conservación.

Además, de expertos del Ministerio de Fomento, este curso contó con profesionales de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM): D. Pablo de la Fuente (Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, del Departamento de Mecánica de los Medios Continuos). El Doctor ICCP, D. Javier Moreno Robles, del CEDEX (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas) y también profesor de la UPM impartió la aplicación de informática al seguimiento y conservación en obras. Asimismo, de RENFE y para hablar sobre conserva-

**TEMARIO DEL PASADO  
CURSO DE EXPERTO  
PROFESIONAL EN  
CONSERVACIÓN GEOTÉCNICA  
DE OBRAS VIARIAS**

1. El mantenimiento y la geotecnia
2. La normativa geotécnica española en carretera
3. La futura normativa: geotécnica europea en carreteras
4. La estructura geotécnica viaria: Estructuras de tierra
5. La estructura geotécnica viaria: Problemas de conservación
6. El reconocimiento geotécnico en obras viarias
7. Los materiales marginales en terraplenes: construcción y conservación
8. El riesgo geotécnico en la conservación en obras viarias
9. El drenaje y su conservación
10. Introducción a la estabilidad de taludes
11. Relación entre la conservación geotécnica y la conservación del firme
12. Estabilidad de laderas
13. Ejercicios sobre drenaje
14. Ejercicios sobre estabilidad de taludes (I)
15. Desprendimientos de rocas
16. Conservación en obras ferroviarias
17. Introducción al proyecto y construcción de túneles
18. Ejercicios sobre estabilidad de taludes (II)
19. Túneles en medio urbano. Reparaciones
20. Túneles interurbanos. Reparaciones
21. Los códigos de elementos finitos en el análisis del comportamiento de túneles
22. El riesgo sísmico a medio y largo plazo
23. Experiencias mexicanas en obras viarias y túneles
24. Instrumentación y seguimiento
25. Ejercicios de reparación de túneles
26. Patología de cimentaciones de puentes
27. Sistemas y ejemplos de recalce de puentes
28. Ejercicios sobre socavación
29. Aplicación de informática al seguimiento y conservación en obras



D. Álvaro Parrilla (Jefe del Área de Geotecnia - Dirección General de Carreteras. Mº Fomento).



Dª María Esther Castillo (Dirección General de Carreteras- Ministerio de Fomento).

ción en obras ferroviarias, el curso contó con la colaboración de D. J. Mº García Mezquita (ICCP -Jefe de Mantenimiento en RENFE).

La considerable inversión en obras viarias (carretera y ferrocarril) que se ha hecho en España durante los últimos veinticinco años ha dado lugar a unas redes de comunicación del tipo lineal de una gran importancia. Por ello, desde el primer momento, se ha tenido consciencia de la necesidad de su adecuado mantenimiento y/o conservación, a fin de que no se deteriore dicha red.

Como estas infraestructuras están directamente relacionadas con el terreno (terraplenes, desmontes, túneles, etc.) y el agua (erosión superficial en taludes, en pila de puentes, etc.), la Asociación Técnica de Carreteras ha considerado conveniente organizar un curso sobre los aspectos geotécnicos de esa

conservación a nivel de "Experto". Para ello se ha organizado el presente curso, de 50 horas de duración, en el que se prestó atención a problemas de estabilidad de desmontes y de taludes de terraplén a media ladera, cimentaciones de puentes (en cuanto a su patología a medio y largo plazo y no respecto a su diseño inicial), sistemas de refuerzo y/o recalce de esas cimentaciones, detección de anomalías en túneles (uso de técnicas principalmente no destructiva) y su reparación (tanto en túneles urbanos como interurbanos).

La Asociación Técnica de Carreteras renueva constantemente su oferta formativa, con nuevos cursos presenciales y la continua disponibilidad de cursos online (<http://www.atc-piarc.com/jornadas.php>). Así, los profesionales interesados en Geotecnia pueden inscribirse en cualquier momento al curso *Doce lecciones de Geotecnia Vial*.

# Curso de Experto en el software Sistema de Gestión y Desarrollo de Carreteras HDM4

El interés que cada vez más suscita el programa de gestión y conservación de las carreteras HDM4 ha generado que esta herramienta, con una larga trayectoria en Hispanoamérica, sea también el objeto de un curso, eminentemente práctico, que impartieron los investigadores D. Ricardo Solorio y D. Roberto Hernández Domínguez, ambos procedentes del Instituto Mexicano del Transporte, en la Asociación Técnica de Carreteras, del 25 al 29 de noviembre. Es la primera vez que D. Ricardo Solorio y Roberto Hernández imparten este curso en la ATC.



D. Ricardo Solorio Murillo, Jefe de Grupo de Investigación (Gestión de Infraestructura de la Carretera - Instituto Mexicano del Transporte): "Creo que el HDM4 puede ser una herramienta muy útil para aplicar un enfoque moderno de la gestión de carreteras".



D. Ricardo Solorio en un momento de la clase. FOTO: M<sup>a</sup> José Sánchez.

## ¿Cómo ha transcurrido esta primera mañana de curso? ¿Qué expectativas tiene?

Yo tenía curiosidad por saber cuál era la motivación de los colegas españoles por aprender el programa HDM4. Tenía el antecedente de que no sólo no había experiencia en la aplicación de este programa en España sino que tampoco había interés. Se sabe que HDM4 se ha utilizado en países de América Latina y teníamos la hipótesis de que a lo mejor había un interés de aprenderlo, para que de alguna manera los negocios que existen actualmente en América Latina pudieran beneficiarse de ello.

Pudimos verificarlo en parte, después de preguntar esta mañana a los alumnos cuáles eran sus motivaciones, pero también hay un interés por aplicarlo aquí o conocerlo, al menos. Y eso, me ha parecido interesante.

## ¿Por qué considera importante el conocimiento del software HDM4?

Creo que puede ser una herramienta muy útil para aplicar un enfoque moderno de la gestión de carreteras. Una forma de considerar no sólo la parte de cuáles son las mejores actuaciones desde el punto de vista técnico sino también la pertinencia de las mismas, en términos económicos. Es decir, el beneficio que obtienen los dueños de la infraestructura (ya sea el Gobierno o los concesionarios) por el gasto que hacen en las carreteras.

## ¿Para qué cree que capacitará a los alumnos que hagan este curso?

La expectativa que tenemos nosotros es que manejen con soltura el programa, que tengan un conocimiento inicial que les permita aplicarlo a los fines que tengan. Es decir, que dispongan de los conocimientos necesarios para empezar a utilizarlo.

D. Roberto Hernández Domínguez, Investigador (Gestión de Infraestructura de la Carretera y Diseño de Pavimentos - Instituto Mexicano del Transporte): "El aporte de intercambio técnico que se ha dado entre empresas españolas y empresas en Latinoamérica es cada vez más fuerte".

### ¿Qué expectativas tiene de este curso?

El curso nos lo planteamos de tal manera que el alumno salga utilizando una herramienta, el software HDM4. Por la experiencia que hemos tenido, todo el concepto teórico que encierra el concepto HDM4 puede ser algo áspero de comprender literalmente. Se pueden tener las bases, pero si no se materializa lo que se ha aprendido directamente con el uso de la herramienta, realmente no se estaría utilizando. Es decir, el enfoque del curso es que los alumnos puedan salir y aplicarlo directamente.

Aparte, si se tiene la intención de participar en concesiones en Hispanoamérica, como lo han expresado los alumnos antes de comenzar la clase, entonces, esto les serviría bastante. Por otro lado, el enfoque que le estamos dando de cómo nosotros lo hemos trabajado en México es también con el objetivo de que se vayan habituando a los conceptos que manejamos nosotros y con parte de la experiencia de cómo lo hemos implementado en ese país.

**Comentaba D. Ricardo Solorio anteriormente que ustedes partían de la hipótesis de que en España no habría mucho interés en el programa HDM4 porque aquí no es frecuente su utilización; y por tanto, todo interés que pudiera haber era de cara a aplicarlo en Hispanoamérica. Por las motivaciones que han comentado los alumnos, ¿se confirma la idea de la que partían?**

Sí. En América Latina se está utilizando mucho y entonces de ahí viene la curiosidad. El aporte de intercambio técnico que se ha dado entre empresas españolas y empresas en Latinoamérica es cada vez más fuerte.

Los profesores del curso HDM4, Ricardo Solorio y D. Roberto Hernández, compartieron también con **RUTAS** sus conclusiones finales sobre el curso

"El curso superó mis expectativas en cuanto a la participación, porque fue un grupo muy crítico y eso es muy interesante y genera mucha retroalimentación por parte de ellos. Otra cosa que noté fue la increíble atención, que no se hayan perdido ni un sólo detalle ha sido sorprendente".

D. Roberto Hernández



D. Roberto Hernández Domínguez. FOTO: M<sup>a</sup> José Sánchez.

### ¿Cómo empezaron a trabajar con este software? ¿Cuál ha sido su experiencia?

Nosotros trabajamos principalmente para una entidad gubernamental, el Centro de Investigación del Ministerio de Transportes, que pertenece precisamente a dicho Ministerio. Ellos han utilizado sistemas de gestión desde hace más de 15 o 20 años. Entonces, el Gobierno federal decidió hacer un cambio al HDM4 para la gestión y la conservación de las carreteras federales. Nosotros como Centro de Investigación nos fuimos enganchando en la adaptación y en la investigación relacionada con el sistema. Empezamos a trabajar con él, nos involucramos bastante y hemos participado en diferentes foros.

Asimismo, se ha trabajado con los usuarios a nivel mundial y hemos participado con la Asociación Mundial de la Carretera (AIPCR/PIARC), además de en el desarrollo y el impulso del idioma español, en el uso del HDM4 en Latinoamérica.

"Suponíamos que el interés por HDM4 era más bien para trabajar en Iberoamérica. Eso sí se cumplió en parte, pero coincido con Roberto y diría que me ha parecido muy interesante el nivel técnico de los asistentes, porque se ve que tienen una preparación en ingeniería de carreteras, que debería ser siempre un requisito para tomar este curso, ya que ha facilitado muchísimo el desarrollo del mismo. Me sorprende que aun siendo una herramienta árida, ellos no han perdido el interés y han señalado muchos detalles, observaciones al programa, que trataremos de transmitir".

D. Ricardo Solorio

# Javier Martínez Cañamares gana el II Premio Jóvenes Profesionales de la ATC



D. Javier Martínez recibe el II Premio Jóvenes Profesionales 2013 de parte del Pte. de la ATC D. Roberto Alberola, en compañía de los miembros del jurado y parte de la Junta Directiva. FOTO: M<sup>a</sup> José Sánchez.

El pasado 26 de noviembre la Asociación Técnica de Carreteras (ATC) entregó el **II Premio Jóvenes Profesionales** a D. Javier Martínez Cañamares, tras la reunión de su Junta Directiva. El Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos ganó esta segunda edición por su trabajo *Recomendaciones para ampliación de tableros de puentes de fábrica mediante losa volada*. D. Javier Martínez Cañamares (Director Técnico del Departamento de Obra Civil de Proyecta 79, S.L.) realizó este estudio con la voluntad de convertirse en documento de referencia, objetivo que ha conseguido, como le reconoció el jurado de expertos que lo eligió. El ganador habló para **RUTAS** antes de recibir su premio.

**E**nhorabuena D. Javier Martínez Cañamares. Su trabajo *Recomendaciones para ampliación de tableros de puentes de fábrica mediante losa volada* ha sido elegido ganador de esta segunda edición del Premio Jóvenes Profesionales de la ATC, ¿cómo se le ocurrió participar?

Vi el formato de este premio y que era una buena oportunidad para los jóvenes, y no tan jóvenes, que habíamos aprovechado una época de cierto esplendor en obra pública, para reflejar alguna de las experiencias vividas en estos años profesionales. Elegí este caso porque además era uno en los que menos documentación encontré cuando me enfrenté a él.

**¿Había participado anteriormente en algún otro concurso de estas características?**

No. De momento estoy trabajando en la elaboración final de la tesis doctoral y aunque, eventualmente, voy preparando algún artículo, ésta ha sido la primera vez que participaba en un concurso.

**Por tanto, como experto en el tema, ya que como dice está haciendo la tesis doctoral, ¿qué ha querido reflejar en su estudio?**

Uno se especializa en algo cuando ya lo ha sufrido. Es decir, por ejemplo, cuando te adjudican una asistencia técnica, estás un poco expectante ante cómo vas a resolver el problema. Y por tanto, lo que intento con estas recomendaciones es que después de haber vivido la experiencia de esta problemática, muy común por otra parte en carreteras de montaña

o en aquellas que antiguamente llevaban poco tráfico y por diversas razones experimentan un incremento, es una manera de que para que una persona que vuelva a encontrarse en esa situación, pueda tener unas nociones de qué debe controlar en el proceso de diseño, en el proceso de ejecución, y partir de ahí, parámetros básicos para no tener los mismos problemas con los que yo un día me encontré.

El Presidente de la ATC, D. Roberto Alberola, entregó el cheque valorado en 5.000€ al ganador de esta edición. Además de esta gratificación económica, el premio se compone de un diploma y una afiliación gratuita durante un año a la Asociación Técnica de Carreteras. El trabajo será publicado en la Revista técnica trimestral **RUTAS**. Pero no sólo éste será publicado sino que el estudio de otro Ingeniero participante, D. Fernando Moreno Navarro, fue considerado por el jurado "un claro exponente de I+D+i" y por eso, también se ofrecerá a su autor la posibilidad de que publique el trabajo en **RUTAS**.

Como indicaban las bases del concurso, el objetivo de este premio es promover la realización de trabajos técnicos por los profesionales jóvenes que trabajen dentro del sector de la carretera en cualquiera de los campos de interés de la Asociación Técnica de Carreteras (ATC) y de la Asociación Mundial de la que ésta constituye su Comité Nacional. ❖

# D. Rafael López Guarga, D. Álvaro Navareño y D<sup>a</sup> Mercedes Aviñó reciben la Medalla de Mérito de la ATC



Tras la celebración de la Junta Directiva, la Asociación Técnica de Carreteras, como ya es tradición, entregó las Medallas de Mérito a tres profesionales del sector, a los que ha querido reconocer su trayectoria, vinculada a su vez a la de la Asociación. D. Rafael López Guarga, D. Álvaro Navareño y D<sup>a</sup> Mercedes Aviñó fueron los Ingenieros distinguidos este año.

La Redacción.  
Fotografía: M<sup>a</sup> José Sánchez

El 26 de noviembre de 2013 la Asociación Técnica de Carreteras (ATC) distinguió a D. Rafael López Guarga, D. Álvaro Navareño y D<sup>a</sup> Mercedes Aviñó con sendas Medallas de Socio de Mérito.

Después de que la ATC celebrara ese mismo día por la mañana la reunión de su Junta Directiva y la posterior entrega del II Premio de Jóvenes Profesionales, tuvo lugar el tradicional acto de reconocimiento a los Socios de Mérito en el Nuevo Club de Madrid, en presencia del Presidente de la ATC, D. Roberto Alberola, y otros miembros de la Junta Directiva, además de autoridades del Ministerio de Fomento como D. Jorge Urrecho Corrales (Director General de

Carreteras), quien hizo entrega de algunos de estos reconocimientos.

Los distinguidos con la Medalla de Mérito fueron recogiendo su distinción correspondiente, previa presentación de D. José María Izard (Gerente de AERCO). Después, D. Rafael López Guarga, D. Álvaro Navareño y D<sup>a</sup> Mercedes Aviñó dijeron unas palabras a todos los asistentes al acto.

D. Rafael López Guarga, pionero en la gestión de contratos de Conservación Integral y Jefe de la Demarcación de Carreteras del Estado en Aragón desde el año 2002, agradeció este reconocimiento en su intervención y comentó su trayectoria en la Asociación Técnica de Carreteras, muy ligada a su carrera profesional, desde que entrara a formar parte del Comité Técnico de Túneles de la ATC, que preside desde el 2000 y como Director de las obras del



D. Rafael López Guarga recibe la Medalla de Socio de Mérito.

túnel internacional de Somport: "Me empecé a encarrilar en el tema de los túneles. Vi que esta cuestión me gustaba, entré en la Asociación Técnica de Carreteras y realmente ésta es una plataforma que permite desarrollar un determinado trabajo, aportamos algo pero sobre todo aprendemos muchas cosas". Asimismo, es miembro del Comité Internacional de túneles de la Asociación Mundial de la Carretera



Miembros de la Junta Directiva y los distinguidos con las Medallas de Mérito 2013 (izqda.-dcha.): D<sup>a</sup> Mercedes Aviñó, D. Álvaro Navareño y D. Rafael López Guarga.

(AIPCR), y ha organizado 5 simposios de túneles.

“La ventaja que nos da la plataforma de la Asociación Técnica de Carreteras, no sólo a los túneles, sino también a los puentes, la vialidad invernal, la conservación, la seguridad vial es que ante la carencia a veces de normativa, de recomendaciones, se hacen documentos, normas que sirven a los profesionales para hacer sus proyectos”, afirmó el Jefe de la Demarcación de Carreteras de Aragón.

D. Álvaro Navareño dirigió las siguientes palabras al auditorio: “Yo quería agradecer a todos, tanto a la Dirección General de Carreteras que me ha permitido estar en el Comité de Puentes y hacerme su Presidente; como a la propia ATC y la AIPCR el poder trabajar con tan buenos profesionales, gente tan seria, y poder disfrutar de la ingeniería durante este período pasado y esperemos seguir colaborando en el futuro”. El ICCP, que preside el Comité Técnico de Puentes de la ATC desde el 2008, está ligado a la Dirección General

**“Realmente ésta es una plataforma que permite desarrollar un determinado trabajo, aportamos algo pero sobre todo aprendemos muchas cosas”, afirma D. Rafael López Guarga, en referencia a la ATC**

de Carreteras del Ministerio de Fomento de España, desde su nombramiento en 2005 como Jefe Servicio de Acondicionamiento de la Subdirección General de Conservación y Explotación. Actualmente, detenta el cargo de Consejero Técnico de esta Subdirección General. Mediante su pertenencia al Comité de Puentes de Carretera de la AIPCR y su participación en las Jornadas Técnicas que organiza la ATC, la relación de Álvaro Navareño con la Asociación es cada vez más intensa.

También D<sup>a</sup> Mercedes Aviñó agradeció esta distinción que le hizo la Asociación Técnica de Carreteras



D. Jorge Urrecho Corrales le entrega la Medalla de Mérito a D<sup>a</sup> Mercedes Aviñó.



D. Álvaro Navareño dirige unas palabras a los asistentes.



Ambiente en la entrega de las Medallas de Socio de Mérito.

y comentó también su experiencia profesional, desde los inicios: “Con el tiempo, lo que siento realmente es que estoy entre amigos, tanto en el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos como en la Asociación; y eso es gracias a vuestra profesionalidad y vuestro cariño, así que muchas gracias a todos”. D<sup>a</sup> Mercedes Aviñó es Presidenta de la empresa Postigo Obras y Servicios desde el 2010, ha desempeñado varios cargos en esta compañía así como en otras representativas del sector, desde 1991. Entre los cargos institucionales más representativos se encuentra su labor, desde 2010, como Decana del Colegio de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos. ❖

# Los profesionales de la seguridad vial y el equipamiento de carreteras se dan cita en TRAFIC 2013

El Salón Internacional cerró sus puertas el 18 de octubre con más de 4.000 visitantes profesionales



D. Jorge Urrecho Corrales y la Directora de la DGT, D<sup>a</sup> María Seguí, llegan a IFEMA acompañados por D. J.M<sup>a</sup> Álvarez del Manzano, entre otros.



D. Jorge Urrecho Corrales, Director General de Carreteras (izqda.), D. Pablo Cavero y D<sup>a</sup> María Seguí (dcha) inaugulan TRAFIC 2013.

El pasado mes de octubre, del 15 al 18, tuvo lugar el Salón Internacional de la Seguridad Vial y el Equipamiento para Carreteras (TRAFIC), en el recinto ferial IFEMA de Madrid. En su XIII edición, la feria de carácter bienal reunió a las empresas más destacadas del sector, entre expositores y visitantes, de España y del extranjero dando muestra de la inversión en i+D+I de las empresas reunidas en la Galería de innovación de TRAFIC y de los problemas que preocupan al sector, como se manifestó en el Foro de debate. En un momento difícil dado el contexto económico actual, TRAFIC cerró sus puertas con 4.432 visitantes profesionales, según registraron los organizadores de TRAFIC.

La Redacción / Madrid.  
Fotografía: M<sup>a</sup> José Sánchez

Elementos de contención de vehículos, gestión y equipamiento de aparcamientos, señalización (horizontal, variable y vertical), sistemas de regulación del tráfico y del aparcamiento, de alumbrado, de cobro y peaje constituyeron algunas de las novedades de esta decimotercera edición de TRAFIC, el Salón Internacional de la Seguridad vial y el Equipamiento para Carreteras. Además de las empresas que presentaron los productos, los cuales, se encontrarán próximamente en el mercado, también se dieron cita asociaciones, organismos y prensa especializada del sector. Pero no sólo se llevó a cabo la exposición de productos y servicios sino que también en

TRAFIC se celebró esa semana un foro de debate donde responsables y técnicos de las empresas y asociaciones participantes pudieron escuchar ponencias sobre la sostenibilidad de las carreteras, la proyección exterior del sector o la seguridad vial. Además, el Comité organizador de la feria premió a los productos que consideró más innovadores del mercado.

La Directora General de Tráfico (DGT), D<sup>a</sup> María Seguí, y el Director General de Carreteras, D. Jorge Urrecho Corrales inauguraron la decimotercera edición de TRAFIC el pasado martes 15 de octubre, acompañados por una comitiva compuesta, entre otros, por autoridades del Ministerio de Fomento, el Consejero de Transportes de la Comunidad de Madrid, D. Pablo Cavero, el exalcalde de Madrid, D. José

María Álvarez del Manzano, Presidente de la junta rectora de IFEMA, D. Federico Fernández (Dirección General de Tráfico) y personal de IFEMA.

Tras su llegada al espacio de los expositores, que en esta ocasión reunió a cerca de una centena de empresas, D<sup>a</sup> María Seguí y D. Jorge Urrecho Corrales cortaron la cinta que abría oficialmente el evento junto con las autoridades que les acompañaban y a continuación, visitaron algunos stands, dejándose fotografiar por los medios allí concentrados. Según los datos que ha facilitado IFEMA, este año han participado 75 empresas aunque han tenido representación un total de 110, procedentes de 11 países: Alemania, Austria, Bélgica, España, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Italia, Reino Unido, Suecia y Suiza.

La Asociación Técnica de Carreteras, que constituye el Comité Nacional de la Asociación Mundial de la Carretera (AIPCR-PIARC) estuvo en TRAFIC, al igual que otras asociaciones y organismos del sector, como el CITOP (Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas).

En esta feria, que tiene lugar cada dos años, los visitantes pudieron ver desde dispositivos de alerta de presencia de peatones en pasos de cebra hasta sistemas que advierten al conductor de la velocidad a la que transita en zonas de riesgo.

## Sostenibilidad de las carreteras, primer tema de debate en el Foro Trafic 2013

El primer día en que se inauguró la feria, se inauguró también un foro de debate sobre temas de interés para los profesionales que se acercaban a este espacio. Así, el primer día comenzó con la intervención de D. Álvaro Navareño (Consejero técnico de la Subdirección General de Conservación, Ministerio de Fomento). Así, este profesional de la Dirección General de Carreteras habló sobre las tecnologías que el Ministerio de Fomento aplica en la gestión de la conservación de carreteras en vialidad invernal, firmes, túneles, puentes, señalización vertical e iluminación. En su conferencia, el Consejero técnico habló del BIT 2.0, una base de datos de inventario, incidencias e inspecciones en túneles de la Red de Carreteras del Estado.

A continuación, habló D. Pablo Sáez (Director gerente de ACEX – Asociación de Empresas de Conservación y Explotación de Infraestructuras), bajo el título “La conservación sistemática sinónimo de sostenibilidad”, con ideas como que los elementos de la carretera tienen que estar en condiciones de uso que permita asegurar la vialidad y seguridad de la misma.

## IFEMA y TRAFIC premian la innovación por segunda vez

Como reconocimiento al esfuerzo en I+D+i que realizan las empresas dedicadas a la seguridad vial e infraestructuras viarias, el Comité organizador de TRAFIC designó 7 productos como los más innovadores, de los cuales 2 fueron distinguidos con una mención especial. De esta forma, la Directora General de Tráfico D<sup>a</sup> María Seguí y el Director General de Carreteras D. Jorge Urrecho Corrales (copresidentes ambos del Comité organizador de la Feria) y José M<sup>a</sup> Álvarez del Manzano, Presidente de la junta rectora de IFEMA, entregaron los premios a los representantes de las siguientes productos: el servicio de software de Skidata DTA, la herramienta para dispositivos móviles que facilita la gestión en el campo de la señalización de la empresa InCa Inspector, el See Mee Crossing presentado por la empresa See Mee Intelligent Crossing, un sistema para mejorar la seguridad de los peatones y ciclistas en pasos de cebra y cruces de carril bici a través de luces de advertencia y sensores; el detector inalámbrico de vehículos de la empresa SIMEC y el sistema de ayuda a la conducción eficiente efiSAE en la implantación de un módulo enmarcado que almacena datos relevantes del vehículo desde el punto de vista del consumo y sostenibilidad ambiental.

Además, se añadieron dos distinciones especiales: a Crossafe, primer sistema prefabricado de protección de pasos salvacunetas de Cidro- Productos tecnológicos de seguridad vial y Adilux, perteneciente a Sice (Sociedad



Premiados por el Comité organizador de TRAFIC (izqda.- dcha.): D.Tomás P. Garrido (Adilux), D.Luis A. Rodríguez (SIMEC), D. Ignacio Domínguez(See Me Crossing), D. A.Domínguez (Skidata DTA), Víctor J.Amarillas (InCa Inspector), D. J.Manzano( efiSAE), D. Aquilino Molinero (CIDRO).



Visita a TRAFIC de D<sup>a</sup> María Seguí y D. Jorge Urrecho Corrales.

Ibérica de Construcciones Eléctricas, S.A.). Éste permite regular el nivel de iluminación adaptándose a las condiciones de tráfico. Por su parte, Crosssafe ya obtuvo el premio Acex en la categoría general el pasado mes de junio. Todos estos productos se expusieron en la II edición de la Galería de Innovación de TRAFIC. ❖



Stand de la ATC en TRAFIC.

## D<sup>a</sup> María Seguí comenta el funcionamiento del radar Pegasus y el anteproyecto de la Ley de Tráfico



La Directora General de Tráfico compareció ante los medios de comunicación en el stand de la DGT, para atender a las preguntas de los periodistas sobre el radar Pegasus, cuyas características se exponían en dicho stand, y a otras acerca de los cambios en los límites de velocidad, derivados de la futura reforma de la Ley de Tráfico.

“Lo único que tenemos es un anteproyecto de ley, que ha de iniciar su trámite parlamentario”, afirmó la Directora General de Tráfico, D<sup>a</sup> María Seguí, cuando los periodistas le preguntaron sobre los cambios que introduciría el proyecto de reforma de la Ley de Tráfico y Seguridad Vial, en concreto sobre la modificación de los límites de velocidad. Asimismo, explicó que cuando esté aprobada la ley, se modificará el reglamento; y cuando éste se apruebe, “entonces seremos absolutamente claros e informativos acerca de qué tramos están en condiciones de que la velocidad permitida en ellos sea modificada, con carácter variable”.

En cuanto a si se va a regular la velocidad en las carreteras en función de la densidad de tráfico, D<sup>a</sup> María Seguí afirmó que eso requeriría disponer de una infraestructura que en muchas carreteras no existe. Y a esto, la Directora General de Tráfico añadió que como hay muchas carreteras en donde ese volumen no se puede medir en tiempo real de manera veraz, pues no es un criterio que podamos usar. “El día que eso fuera una realidad, estaríamos encantados de poder hacerlo”, afirmó.

D<sup>a</sup> María Seguí también contestó a la pregunta sobre si será necesaria la renovación del parque móvil, puesto que los datos del 2012 reflejan que la siniestralidad ha aumentado con vehículos de más de 10 años: “El informe refleja que si usted está en un vehículo más antiguo, su riesgo de fallecer o tener heridas graves va a ser superior

a que si está en un vehículo nuevo. Es la primera vez que un informe de la DGT habla de la importancia del tipo de vehículo con respecto de la consecuencia de ese accidente. Eso significa, como venimos diciendo desde hace meses, que nos importa que la ciudadanía sea conocedora de la calidad del vehículo en el que viaja y por eso lo que sí puedo comentar con carácter inmediato es que ya en este año vamos a iniciar una campaña de comunicación muy directa con cartas a la ciudadanía, para poderles ofrecer la ficha técnica de su vehículo y que puedan empezar a ver qué características tiene su coche”.

Por último, la Directora General de Tráfico hizo balance de los primeros meses de actividad del radar Pegasus, cuya información exponía el stand de la DGT: “Se evidencia que un control de velocidad aplicado en las vías allá donde ésta es mayor tiene una efectividad impresionante. Ninguna infraestructura que hubiésemos podido crear hubiera tenido un coste tan bajo de inversión y en cambio, la capacidad de tener una presencia real en toda la geografía española es incuestionable, así que la valoración es muy positiva y demuestra que poner la creatividad y el ingenio en buena dirección tiene sus consecuencias. Pegasus nunca viaja para sancionar sino para hacer las labores de monitorización del tráfico, tarea que siempre ha venido haciendo y en todo caso la sanción de velocidad es circunstancial, cuando su vuelo detecta una infracción de esas características”.

**Pegasus nunca viaja para sancionar sino para hacer las labores de monitorización del tráfico**

# Congreso Internacional de Vialidad Invernal Andorra 2014

Andorra se convertirá en la capital de la vialidad invernal con la celebración del XIV Congreso Internacional de Vialidad Invernal. El país pirenaico acogerá entre los días 4 y 7 de febrero este encuentro que se celebra cada cuatro años y que reúne a los profesionales y especialistas del sector.

La Asociación Mundial de la Carretera (AIPCR) es la entidad organizadora de este Congreso, que se celebra cada cuatro años, y que en esta edición tiene como lema *Conciliación de la seguridad viaria y desarrollo sostenible en un contexto de cambio climático y limitaciones económicas*. Tal y como explicó el secretario general de la AIPCR, Jean François Corté, durante la presentación de este Congreso, el lema elegido para esta edición pretende dar respuesta a los retos más inmediatos y de largo plazo que afronta el sector de la vialidad invernal.

El ministro de Economía y Territorio, Jordi Alcobé, destacó por su parte la importancia que el país acoja un congreso de estas características, que se celebra por primera vez en la región de los Pirineos. La organización del XIV Congreso Internacional de Vialidad Invernal Andorra 2014 supone para el país un reto y una oportunidad para demostrar su capacidad organizativa en este tipo de eventos.

El país pirenaico aspira a convertirse en un punto de encuentro del sector en el que especialistas, responsables, técnicos y empresas puedan compartir sus experiencias. Cuatro días en los que Andorra será la capital de la vialidad invernal y una ágora del sector.



El secretario general de la AIPCR, Jean François Corté, el ministro de Economía y Territorio, Jordi Alcobé, y la responsable de organización del Congreso Andorra 2014, Fina Pastor.

## Un congreso con novedades

En los congresos precedentes sólo podían presentarse ponencias en inglés o francés pero Andorra 2014 incluye por primera vez el español como idioma oficial. Este cambio facilita y fomenta la participación de países de habla hispana, desde la vecina España hasta los países de América Latina.

Otra de las novedades de esta edición será que en el marco del Congreso, se reunirán dos Comités Técnicos de la AIPCR, los Comités Técnicos 3.3 de Explotación de Carreteras y el 4.3 de Puentes de Carreteras, una vertiente de la movilidad en la que Andorra puede aportar su experiencia reciente en la construcción de diversos túneles y puentes en la red viaria del Principado.

## Récord de participación

La AIPCR ha seleccionado un total de 140 conferencias escogidas de entre las 250 propuestas reci-

das, una cifra récord en un congreso sobre vialidad invernal organizado por la AIPCR. Las propuestas han llegado de los cinco continentes pero han sido Japón, Francia, Corea del Sur, los países nórdicos, España, Alemania y Canadá-Québec los países más participativos.

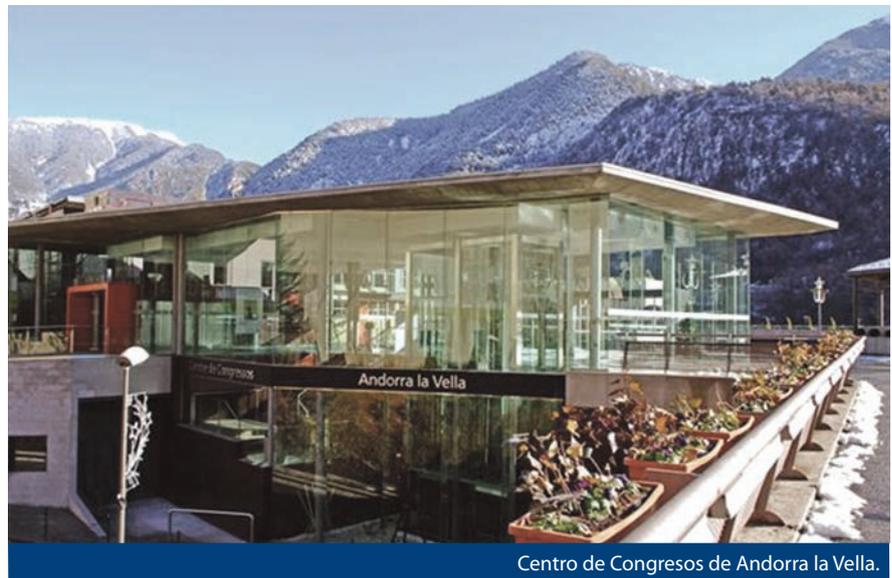
Esta cita con la vialidad invernal contará con la presencia de representantes de los cinco continentes y de la práctica totalidad de los países europeos, los de habla hispana y también de los emergentes como Brasil o México, donde por lo que respecta a las infraestructuras el futuro es especialmente esperanzador.

Los ocho temas que se desarrollarán en el Congreso son los servicios invernales y el cambio climático, los servicios invernales en un contexto de contención presupuestaria, los episodios extremos en época invernal, la gestión de la vialidad invernal, el punto de vista operacional, equipamientos y productos, el usuario de la vía en condiciones invernales, los túneles de carretera en condiciones

invernales y los puentes de carreteras en condiciones invernales.

## Orientado a los congresistas

Durante la celebración del Congreso se ha programado una ceremonia de inauguración, que contará con la presencia de las autoridades andorranas y que marcará el inicio del encuentro, con espectáculos que combinan la tradición y la modernidad. También para el primer día del Congreso, las siete parroquias, corporaciones locales andorranas, ofrecerán un cóctel de bienvenida a



Centro de Congresos de Andorra la Vella.

### Temas del congreso:

#### Servicios invernales y cambio climático

1.1 ¿Cómo afecta el cambio climático a las condiciones de invierno?

#### Servicios de invierno en un contexto de contención presupuestaria

2.1 Adaptación de los servicios de invierno a la contención presupuestaria

#### Eventos extremos en época invernal

- 3.1 Definición de los eventos extremos
- 3.2 Organización y administración para afrontar eventos extremos
- 3.3 Gestión de stocks estratégicos de fundentes
- 3.4 Análisis de resultados, evaluaciones, información de campo
- 3.5 Estudio de casos extremos

#### Gestión de la vialidad invernal

- 4.1 Definición del concepto "nivel adecuado" del servicio
- 4.2 Relación entre la estrategia operacional y los accidentes (tarifas, tipos, ...)
- 4.3 Información necesaria para la toma de decisiones (meteorología, sistema de información del estado de las carreteras, ...)
- 4.4 Innovaciones en el envío de datos para la gestión de los servicios invernales
- 4.5 Sistemas de gestión de los servicios invernales
- 4.6 Medidas adoptadas para usuarios no motorizados (peatones, ciclistas y personas con movilidad reducida)

#### Enfoque operacional, equipamientos y productos

- 5.1 Formación del personal
- 5.2 Equipamientos: nuevas tecnologías, nuevas metodologías

- 5.3 Productos utilizados: propiedades, análisis de la vida útil de cada producto e impacto sobre el medio ambiente
- 5.4 Control de cómo se saca la nieve, uso de fundentes y control de calidad
- 5.5 Soluciones alternativas a los métodos tradicionales
- 5.6 Protección contra los efectos del viento y los aludes

#### El usuario de la vía en condiciones invernales

- 6.1 Concienciar al usuario de la vía
- 6.2 Conocer las necesidades de los usuarios de las carreteras
- 6.3 La información viaria y cómo comunicarse con los usuarios de la carretera
- 6.4 Asistencia en la conducción: nuevas técnicas, resultados
- 6.5 Equipamiento individual para vehículos y peatones

#### Túneles de carretera en condiciones invernales

- 7.1 Mantenimiento y funcionamiento bajo condiciones climáticas severas
- 7.2 Medidas para mejorar la seguridad bajo riesgos relacionados con el clima invernal
- 7.3 Medidas para prevenir o reducir las filtraciones de agua y carámbanos
- 7.4 El impacto que pueden tener túneles fríos en el medio ambiente y en el rendimiento de los equipos de seguridad (sistemas de extinción de incendios, etc.)
- 7.5 Implicaciones en el comportamiento de los usuarios

#### Puentes de carreteras en condiciones invernales

- 8.1 El impacto de sales deshielantes en los puentes, métodos alternativos de descongelación, y medidas de protección
- 8.2 Diseño y gestión de elementos específicos en condiciones invernales (juntas de dilatación, barreras, cables, bordillos, etc.)
- 8.3 Saneamiento de puentes a causa del hielo fundido
- 8.4 Comportamiento de los puentes (semi) integrales bajo condiciones invernales extremas

los asistentes a esta cita ineludible del sector de la vialidad invernal.

Andorra la Vella se convertirá en el centro neurálgico del XIV Congreso Internacional de Vialidad Invernal. El espacio elegido para acoger las ponencias de este congreso es el Centro de Congresos de Andorra la Vella, un equipamiento excepcional y concebido especialmente para este tipo de acontecimientos. Con cinco salas de conferencias y una superficie de 1.100 metros cuadrados, el auditorio acogerá la sesión inaugural, plenaria y de clausura, y algunas de las 140 ponencias programadas.

Además, se habilitarán un conjunto de salas en el mismo recinto para que se puedan realizar diversas sesiones técnicas y fomentar también el debate entre los asistentes a fin de conseguir el mayor provecho de este encuentro.

La organización del Congreso facilitará la llegada de los congresistas al país fletando autobuses el lunes y el viernes para ir y volver al aeropuerto de Barcelona - El Prat, la puerta de entrada oficial del Congreso. Aquellos congresistas que elijan desplazarse al Principado en AVE también disfrutará de un descuento en el billete de Madrid a Lleida, donde podrán coger un autobús de línea regular que los llevará hasta Andorra.

Para facilitar que cada congresista pueda planificar su estancia, se colgarán en la página web del congreso ([www.aipcrandorra2014.org](http://www.aipcrandorra2014.org)) las preactas de todas las ponencias, con el título y una breve explicación de cada una de ellas, de modo que cada congresista pueda programar su participación en el Congreso según sus preferencias.

Además, los restaurantes de la capital prepararán mientras dure el Congreso un variado y completo repertorio de menús dirigidos a los congresistas y adaptados a los horarios del encuentro, que permitirán a los visitantes acercarse a la rica gastronomía andorrana.

El penúltimo día del Congreso, el jueves 6 de febrero, una instalación especialmente preparada para este



Los comensales podrán disfrutar de la cena de gala muy cerca del Centro de Congresos.

acontecimiento en el Parc Central de Andorra la Vella acogerá una cena de gala abierta a todos los congresistas y sus acompañantes, que será uno de los últimos actos antes de las sesiones técnicas del viernes por la mañana y de la ceremonia de clausura en la que un espectáculo con elementos tradicionales de la cultura pirenaica pondrá punto y final a una intensa semana de debate e intercambio alrededor de la vialidad invernal.

## 4.500 metros cuadrados de espacio de exposiciones

A pocos metros del Centro de Congresos se ubicará una zona de exposición de 4.500 metros cuadrados en la que empresas y comités nacionales de la AIPCR podrán exponer sus propuestas, siendo un punto de encuentro natural de los congresistas y el sector de la vialidad invernal.

Esta zona de exposiciones, con un diseño moderno y funcional, permitirá a los congresistas y visitantes conocer de primera mano las novedades del sector, y tendrá además un recinto anexo en el que habrá una exposición permanente de maquinaria.

Este espacio dispondrá de una zona de pósteres en la que se desarrollarán las sesiones de pósteres, unas charlas de pequeño formato que permitirán hacer presentaciones de productos relacionados con la vialidad invernal. Estas sesiones darán la oportunidad a los autores seleccionados por la AIPCR de explicar de una forma cercana y



directa sus proyectos y propuestas relacionadas con el sector.

El recinto dispondrá además de una cafetería, un ciberespacio para hacer consultas por Internet y zona wi-fi. Las pausas café entre sesiones técnicas del Congreso también se desarrollarán en la zona de exposiciones. En estas pausas los congresistas dispondrán de todo lo necesario y también podrán intercambiar impresiones sobre las diferentes ponencias.

Ya han confirmado su presencia en esta zona de exposiciones una cuarentena de empresas, entre ellas las más importantes del sector como Schmidt, Mercedes-Benz o Giletta, que apoyan también al Congreso formando parte de los patrocinadores oficiales.

## El Circuito Grandvalira y el concurso de conductores de máquinas quitanieves

El Circuito Grandvalira, situado a 2.400 metros de altitud, es un circuito de conducción sobre hielo gestionado por el Automóvil Club de Andorra (ACA). Este circuito, con un exigente itinerario lleno de obstáculos y

## Visitas técnicas

Como complemento a los encuentros teóricos que se realizarán durante el Congreso, los organizadores han preparado un conjunto de visitas técnicas para conocer de cerca seis infraestructuras viales del Principado de Andorra.

Las salidas empezarán con una visita el miércoles y jueves por la mañana al **Centro Nacional del Tráfico** de Andorra, un centro en el que se controla telemáticamente la red vial del país.



Centro Nacional del Tráfico.

El mismo miércoles se realizará una visita al **Túnel de Envalira**, uno de los grandes túneles de Europa, situado a 2.050 metros de altura, que une a través del puerto de Envalira, la población fronteriza con Francia del Pas de la Casa con el resto del país.



Túnel d'Envalira.

El jueves por la tarde está prevista la visita a cuatro de las infraestructuras importantes del país. La primera es el **Centro de Control del Funicamp**, el telecabina con más recorrido del continente que une la población de Encamp con las pistas de esquí, a 2.502 metros de altitud.



Funicamp.

La segunda es el **Túnel de las Dos Valiras** que enlaza los dos valles más importantes de Andorra convirtiéndose en una herramienta fundamental para la descongestión del tráfico en el centro del país.



Túnel de las Dos Valiras

El **Túnel del Pont Pla**, situado en pleno casco urbano, supuso un gran reto arquitectónico y de diseño que permitirá a los visitantes profundizar en las características de construcción y en las instalaciones tecnológicas, así como conocer las razones que hicieron que en el año 2008 el túnel fuera valorado como el más seguro de Europa según el programa Euto Tap.



Túnel del Pont Pla.

Por último, el **dique de Arinsal**, también incluido en las visitas, es un elemento de prevención y control de aludes. El análisis de la estructura del dique permite ahondar también desde un punto de vista práctico en esta vertiente tan básica de la vialidad invernal.



Dique de Arinsal.

pruebas acogerá el segundo campeonato de conductores de máquinas quitanieves, que se desarrollará entre el martes y el miércoles 4 y 5 de febrero. Cada país puede participar hasta con 4 conductores y los diez mejores disputarán la gran final el miércoles a las 14.30 horas, en la que se pondrá a prueba la pericia y rapidez de los conductores.

Este evento está abierto a todos los públicos, de modo que los participantes en el Congreso, ya sean congresistas, expositores o acompañantes podrán ver de cerca las diferentes pruebas que tendrán que pasar los conductores de máquinas quitanieves, además de disfrutar de un curso de conducción sobre hielo organizado exclusivamente para los asistentes al Congreso.

Pero éste no será el único acontecimiento que acogerá el circuito andorrano ya que también en el Circuito Grandvalira se realizarán demostraciones de maquinaria en un espacio destinado a que las empresas que participen en la zona de exposición tengan la posibilidad de hacer demostraciones sobre el terreno de sus equipos.

## Agenda social diseñada para los acompañantes

La completa oferta de actividades del Congreso se complementa con una extensa agenda social pensada para los acompañantes de los congresistas que incluye viajes a Carcassonne o Barcelona, o visitas guiadas para conocer el patrimonio cultural y natural del país.

Una vez los congresistas hayan realizado su inscripción online podrán acceder a la plataforma específica de inscripción para los acompañantes y elegir aquellas actividades de la agenda social paralela al Congreso a las que quieran asistir. La nieve, tan importante y presente en Andorra, también tendrá su protagonismo en esta agenda social, con salidas a los dominios esquiables del país. El centro termolúdico Caldea, el parque ecoturístico Naturlandia y la siempre completa oferta comercial de Andorra estarán a



La zona de exposiciones acogerá a más de cuarenta empresas y comités nacionales.

disposición de los acompañantes de los congresistas para que aprovechen al máximo su estancia en el Principado.

## Un Congreso al que sacarle partido

La completa oferta de ponencias y charlas que ofrece el XIV Congreso Internacional de Vialidad Invernal así como las actividades paralelas programadas permitirán a los asistentes y a sus acompañantes disfrutar de una experiencia única, en un entorno envidiable como es Andorra. Cinco días intensos en los que el congresista podrá aprovechar profesionalmente los contenidos de las 140 ponencias que la AIPCR ha elegido y preparado con esmero, y además disfrutar de un país lleno de posibilidades que se ha volcado en la organización de este encuentro.



Centro termolúdico de Caldea.



El Circuito Grandvalira acogerá también una muestra de maquinaria.



La zona de exposición también dispondrá de una zona wi-fi.



Las salas anexas al Centro de Congresos de Andorra la Vella también acogerán diversas charlas.



Zona de pósters.



Auditorio del Centro de Congresos de Andorra la Vella.



Zona de exposición de maquinaria en el Circuit Grandvalira.

## Para más información:

[www.aipcrandorra2014.com](http://www.aipcrandorra2014.com)  
(+376) 36 2014

(Pueden inscribirse en el Congreso de forma online y en 5 sencillos pasos).



El recinto de exposiciones dispondrá de una superficie de 4.500 metros cuadrados.

# EL 50 ANIVERSARIO DEL PRIMERO DE LOS TÚNELES DE LA AP-6

abertis  
autopistas

El Túnel I de Guadarrama cumplió el 3 de diciembre 50 años de su apertura al tráfico. Diseñado como alternativa al paso por el Puerto de los Leones, para facilitar los desplazamientos en condiciones seguras entre las Comunidades de Castilla y León y Madrid, por su interior se han desplazado millones de personas.

## Diseño basado en la seguridad y en el ahorro

En 1960 surgió la necesidad de construir un túnel que resolviera los problemas que planteaba el Puerto de Guadarrama y permitiera asegurar la circulación en cualquier época del año, acortando distancias y eliminando la inseguridad que suponía la existencia de pendientes que alcanzaban el 17,8%, hasta entonces, la máxima conocida en las carreteras nacionales españolas.

Dada la limitación de fondos públicos para abordar esta obra y otras que necesitaba la red de infraestructuras españolas, se optó por ofrecer su ejecución, la de mayor inversión hasta ese momento de entre las que se habían realizado, a empresas privadas a cambio de su posterior explotación, dando origen al régimen concesional de peajes en España. La Ley de 26 de febrero de 1953 sobre construcción por particulares de carreteras de peaje aconsejaba esta modalidad para reconstruir la red nacional de carreteras que había quedado dañada a consecuencia de la Guerra Civil. La empresa Canales y Túneles S.A. fue la adjudicataria de la concesión.

Además de mejorar las condiciones de seguridad en los desplazamientos, el estudio demostraba



que el trazado del túnel permitía importantes ahorros de combustible y de tiempo, en especial en los vehículos pesados.

## Una obra de ingeniería avanzada para su época

### La obra civil

La obra, firmada por el ingeniero de caminos D. Fernando Gallego de Chaves y desarrollada por Dragados y Construcciones S.A., se inició en 1961 y tuvo una duración de 33

meses. La solución adoptada consistió en construir una variante de 5.666 metros proyectada en tres tramos: dos de ellos constituirían los accesos a cielo abierto y el tercero un túnel bidireccional.

El Túnel I tiene 2.870 metros de longitud, que incluye un tramo de bóveda artificial. La excavación y perforación del túnel, que presentaba una gran complejidad, se realizó a "plena sección" (o sección completa) para acelerar los ritmos de trabajo y posteriormente fue revestido de hormigón con un espesor mínimo de 50

cm. En los hastiales se colocó un revestimiento de losetas hidráulicas.

Se utilizó la maquinaria más sofisticada de la época. En cada frente de ataque un andamio móvil permitía trabajar en cuatro niveles con 25 martillos Geiss, con sus empujadores neumáticos para realizar los taladros.

Tras la perforación se empleaba dinamita y detonadores eléctricos y se procedía a la explosión. Los gases y humos se evacuaban por aspiración.

Después se limpiaban las paredes y se procedía a ubicar los bulones. Por último se desescombraba.

El firme se formó con una sub-base granular sobre la que se dispuso una base asfáltica de 20 cm y una capa de rodadura de 10 cm.

Para las carreteras de acceso y para el revestimiento del túnel se machacaron más de 200.000 Tn de piedra procedente de la perforación.

Se instaló un falso techo que separaba la zona del tráfico de la destinada a la ventilación. Estaba formado por un forjado de viguetas pretensadas apoyadas en vigas transversales de acero. Este falso techo fue eliminado en la remodelación efectuada

en 2008 para poder utilizar este túnel como reversible.

### Despliegue en seguridad

Otro de los aspectos que hicieron pionero a este túnel fue el hecho de que por primera vez se dio solución a los problemas de ventilación, iluminación e insonorización.

El suministro de energía eléctrica se contrató con dos compañías independientes para garantizar el servicio y además se reforzaron los circuitos de señalización, control y mando alimentándolos con un grupo electrógeno.

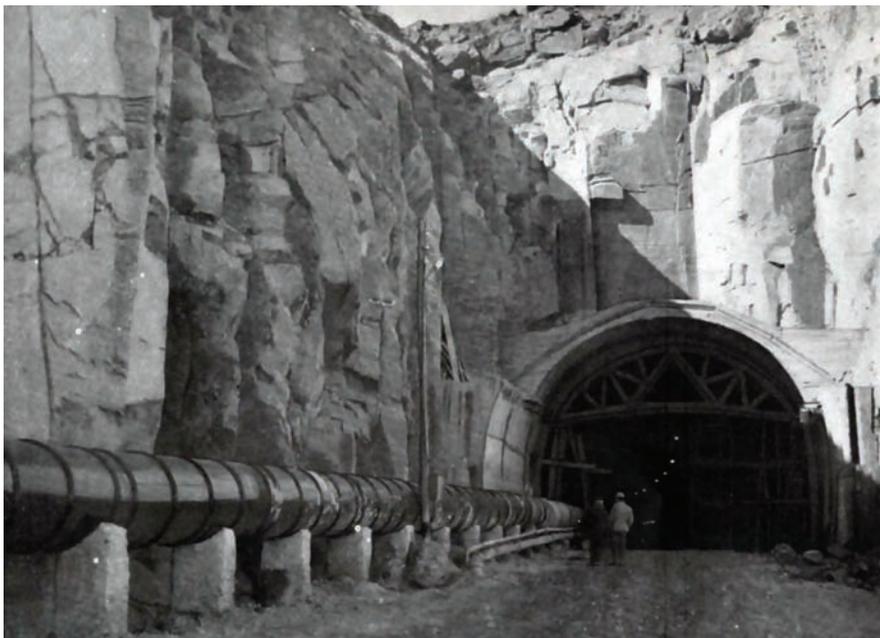
El sistema de ventilación elegido fue semi-transversal, con dos estaciones de ventilación en las bocas de túnel, con dos ventiladores en cada una de ellas, pudiéndose regular el caudal del aire de forma automática y manual.

En lo referente al alumbrado, se diseñó de manera que la transición entre la intensidad lumínica a cielo abierto y en el interior del túnel se hiciera de forma progresiva. El sistema de alumbrado ha sido modernizado en varias ocasiones.

El sistema de comunicaciones y seguridad, controlado al igual que en la actualidad desde el Centro de Control instalado a pocos metros de la boca norte del túnel, se componía de un conjunto de semáforos y rótulos indicadores, además de un pulsador de alarma cada 60 metros y un armario con extintor y teléfono cada 120 metros para los casos de emergencia o avería.

### El Túnel I hoy

La construcción del Túnel III de Guadarrama en la AP-6, inaugurado en 2007, permitió reservar uno de los túneles ya existentes para caso de incidencia o emergencia en los dos restantes o para su apertura en operaciones especiales de tráfico. Dada su configuración, el Túnel I fue el elegido para su remodelación como reversible.





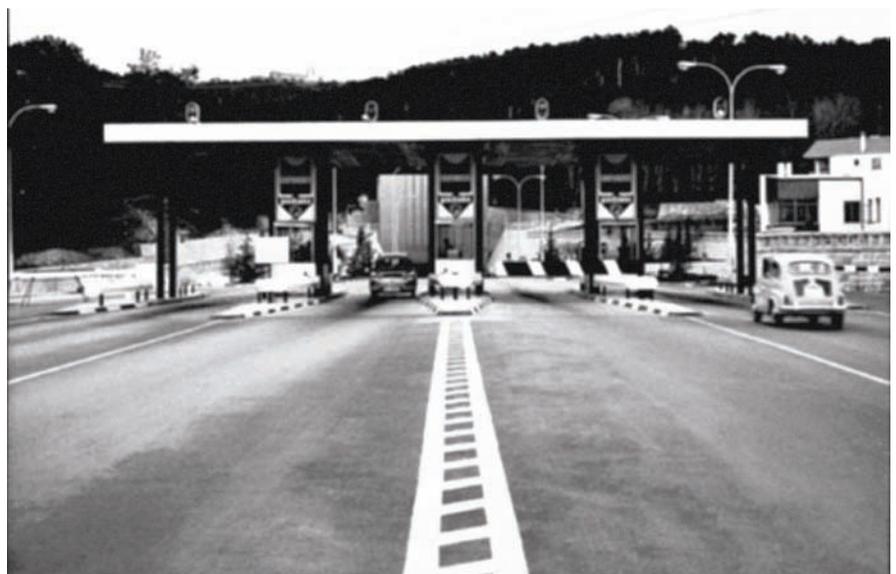
Para ello, se adaptaron todos los sistemas de seguridad, ventilación y comunicaciones logrando un conjunto de tres túneles conectados internamente mediante 14 galerías de evacuación que operan de forma integrada. Esta vía, gestionada directamente por abertis autopistas se ha convertido en referencia de seguridad a nivel europeo.

**Despiece. Su puesta en servicio.**

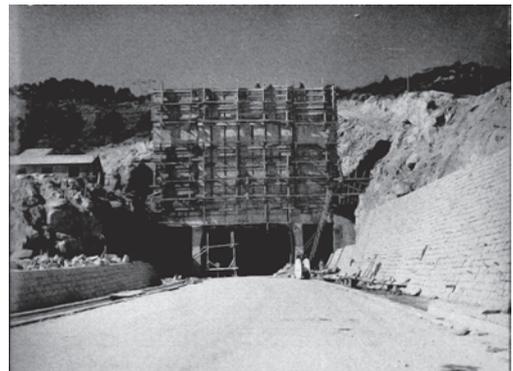
El Túnel I de Guadarrama fue inaugurado el 4 de diciembre de 1963 con la presencia del entonces Jefe de Estado, Francisco Franco, y de la práctica totalidad del Consejo de Ministros de la época.

Un día antes, y como consecuencia de un intenso temporal de nieve, se acordó con el Gobierno Civil su apertura al tráfico para tratar de dar salida a los conductores retenidos en las localidades de San Rafael y Guadarrama.

El Túnel I funcionó de manera bidireccional hasta 1972. Ese año se abrió al tráfico el Túnel II, que se reservó para el tráfico en sentido norte, por lo que el Túnel I pasó a utilizarse únicamente para el tráfico en sentido sur.



Accesos a cielo abierto en ambas bocas de túnel	
Longitud	1.300 m
Ancho total de plataforma	13 m
Ancho total de calzada	7 m
Ancho total de arcenes	6 m
Túnel	
Longitud	2.870 m
Cota boca sur	1.195 m
Cota boca norte	1.285 m
Desnivel entre ambas bocas	90 m
Pendiente descendente hacia Madrid	3,46 %
Anchura total entre hastiales	10,30 m
Anchura total de calzada	9 m
Anchura de cada carril de circulación	4,50 m
Anchura de cada acera lateral	0,50 m
Radio de bóveda	5,10 m
Altura libre sobre el eje de la calzada	7,75 m
Gálibo de circulación	4,25 m
Altura máxima de roca por encima de túnel	280 m



# La Asociación Técnica de Carreteras tie

Los socios de la Asociación Técnica de Carreteras (ATC) pueden ser colectivos, protectores o individuales. Según la categoría hay diferencias en cuanto a las ventajas que les corresponden, pero todos cuentan con descuentos a la hora de inscribirse en cursos y jornadas que organiza la ATC y reciben la revista **RUTAS**. Además, tienen la posibilidad de formar parte de nuestros Comités Técnicos. La ATC cuenta con 157 socios, entre colectivos y protectores, a los que hay que añadir 78 socios individuales.

## EMPRESAS/ORGANISMOS SOCIOS PROTECTORES

**3M ESPAÑA, S.A.**

**ABERTIS AUTOPISTAS ESPAÑA, S.A.**

**ACCIONA INFRAESTRUCTURAS, S.A.**

**AECOM INOCSA, S.L.U.**

**ASETA, ASOC. SOCIEDADES ESP.CONCESIONARIAS AUTOPISTAS**

**ASFALTOS Y CONSTRUCCIONES ELSAN, S.A.**

**CEDEX, CENTRO DE ESTUDIOS DEL TRANSPORTE**

**COMUNIDAD DE MADRID**

**DIRECCIÓN GENERAL DE TRÁFICO**

**DRAGADOS, S.A.**

**EXCMA. DIPUTACIÓN FORAL DE BIZKAIA**

**FCC CONSTRUCCIÓN, S.A.**

**FERROVIAL AGROMAN, S.A.**

**GENERALITAT DE CATALUNYA**

**GENERALITAT VALENCIANA**

**GETINSA INGENIERÍA, S.L.**

**GOBIERNO DE CANARIAS**

**GOBIERNO DE CANTABRIA**

**GOBIERNO DE EXTREMADURA, CONSEJERÍA DE FOMENTO, VIVIENDA,  
ORDENACIÓN DEL TERRITORIO Y TURISMO**

**GOBIERNO DE NAVARRA**

**GOBIERNO VASCO**

**JUNTA DE ANDALUCÍA**

# ene 157 socios colectivos y protectores

JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN

JUNTA DE COMUNIDADES DE CASTILLA-LA MANCHA

MATINSA, MANTENIMIENTO DE INSTRAESTRUCTURAS, S.A.

Mº DE FOMENTO, DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS

OFICEMEN (AGRUPACIÓN DE FABRICANTES DE CEMENTO

PRINCIPADO DE ASTURIAS

REPSOL LUBRICANTES Y ESPECIALIDADES, S.A.

SACYR VALLEHERMOSO, S.A.

TALLERES ZITRÓN, S.A.

## EMPRESAS/ORGANISMOS SOCIOS COLECTIVOS

A. BIANCHINI INGENIERO, S.A.

ACCIONA INGENIERÍA, S.A.

ACEINSA MOVILIDAD, S.A.

ACEX

AERCO

AFASEMETRA

AGUAS Y ESTRUCTURAS, S.A. (AYESA)

ALAUDA INGENIERÍA, S.A.

ALDESA CONSTRUCCIONES, S.A.

ALVAC, S.A.

ANTER

AP-1 EUROPISTAS, CONCESIONARIA DEL ESTADO,  
S.A.U.

API MOVILIDAD, S.A.

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA FABRICANTES MEZCLAS  
ASFALTICAS (ASEFMA)

AUCALSA, AUTOPISTA CONCESIONARIA  
ASTUR-LEONESA, S.A.

AUDECA, S.L.U.

AUDENASA, AUTOPISTAS DE NAVARRA, S.A.

AUDINGINTRAESA, S.A.

AUSIGETI

AUTOPISTAS DEL ATLÁNTICO, CONCESIONARIA  
ESPAÑOLA,

AYUNTAMIENTO DE BARCELONA

AZUL DE REVESTIMIENTOS ANDALUCES, S.A.

BARNICES VALENTINE, S.A.U.

BETAZUL, S.A.

BIDEGI, S.A.

BIDELAN GIPUZKOAKO AUTOBIDEAK, S.A.

CABILDO DE GRAN CANARIA-OBRA PÚBLICAS

CABILDO INSULAR DE TENERIFE

CARLOS FERNÁNDEZ CASADO, S.L.

CÁTEDRA DE CAMINOS. ESCUELA DE INGENIEROS  
DE CAMINOS

CEDINSA CONCESIONARIA, S.A.

CELAYA, EMPARANZA Y GALDÓS, INTERNACIONAL, S.A.

CEPSA-PRODUCTOS ASFÁLTICOS, S.A.

CHM, OBRAS E INFRAESTRUCTURAS, S.A.

COLEGIO NACIONAL INGENIEROS TÉCNICO DE OBRAS PÚBLICAS

COMPOSAN PUENTES Y OBRA CIVIL, S.L.

CONCESIONARIA VIAL DE LOS ANDES, S.A.

CONSELL DE MALLORCA. DIRECCIÓN INSULAR DE CARRETERA

CORSAN CORVIAM, CONSTRUCCIÓN, S.A.

DINÁMICAS DE SEGURIDAD, S.L.

DIRECCIÓN GENERAL DE PROTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIA

EIFFAGE INFRAESTRUCTURAS, S.A.

ELSAMEX, S.A.

EN 1504 CONSULTING, TRES OLIVOS, S.L.

ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA DE OBRAS PÚBLICAS

ESTEYCO, S.A.P.

ETRA ELECTRONIC TRAFFIC, S.A.

EUROCONSULT, S.A.

EUROESTUDIOS, S.L.

EXCMA. DIPUTACIÓN DE BARCELONA

EXCMA. DIPUTACIÓN DE GIRONA

EXCMA. DIPUTACIÓN DE TARRAGONA

EXCMA. DIPUTACIÓN FORAL DE ALAVA

EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE ALICANTE

EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE AVILA

EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE HUESCA

EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE LEON

EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE SALAMANCA

EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE SEGOVIA

EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE SEVILLA

EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE VALENCIA

EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE ZARAGOZA

FCC SERVICIOS INDUSTRIALES Y ENERGÉTICOS, S.A.

FERROSER INFRAESTRUCTURAS, S.A.

FHECOR INGENIEROS CONSULTORES, SA

FIBERTEX ELEPHANT ESPAÑA, S.L. SOCIEDAD UNIPERSONA

FORO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EL TRANSPORTE, ITS

FREYSSINET, S.A.

FUNDACION RACC

GEOCONTROL, S.A.

GEOTECNIA Y CIMENTOS, S.A.

GINPROSA INGENIERÍA, S.L.

GOBIERNO VASCO, DIRECCIÓN DE TRAFICO

HUESKER GEOSINTETICOS, S.A.

IKUSI-ÁNGEL IGLESIAS, S.A.

IMPLASER 99, SLL

INCOPE CONSULTORES, S.L.

INDRA SISTEMAS, S.A.

INECO, INGENIERÍA Y ECONOMÍA DEL TRANSPORTE, S.A.

INES INGENIEROS CONSULTORES, S.L.

INGENIERÍA IDOM INTERNACIONAL, S.A.

INNOVIA COPTALIA, S.A.U.

INSTITUTO CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN

## LOS SOCIOS COLECTIVOS

**EDUARDO TORROJA**

**INTRAME, S.A., INDUSTRIAL DE TRANSFORMADOS METÁLICOS, S.A.**

**INVENTARIOS Y PROYECTOS DE SEÑALIZACIÓN VIAL, S.L.**

**INVESTIGACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD, S.A. (INCOSA)**

**JEROL VIAL, S.A.**

**KAO CORPORATION, S.A.**

**LRA INFRASTRUCTURES CONSULTING, S.L.**

**MADRID CALLE 30**

**OHL, OBRASCÓN HUARTE LAIN, S.A.**

**PAVASAL EMPRESA CONSTRUCTORA, S.A.**

**PAVIMENTOS BARCELONA, S.A. (PABASA)**

**POSTIGO OBRAS Y SERVICIOS, S.A.**

**PROBISA VÍAS Y OBRAS, S.L.U**

**PROES CONSULTORES, S.A.**

**PROINTEC, S.A.**

**PROMAT IBÉRICA, S.A.**

**PROSER, PROYECTOS Y SERVICIOS, S.A.**

**RAUROSZM.COM, S.L.**

**RETINEO SL**

**S.A. DE GESTIÓN DE SERVICIOS Y CONSERVACIÓN, GESECO**

**S.A. DE OBRAS Y SERVICIOS, COPASA**

**SENER, INGENIERÍA Y SISTEMAS, S.A. SEOPAN**

**SERBITZU ELKARTEA, S.L.**

**SGS TECNOS, S.A.**

**SICE, S.A.**

**SIMEPROVI**

**TALHER, S.A.**

**TECNIBERIA**

**TÉCNICA Y PROYECTOS, S.A. - TYPSPA**

**TECNIVIAL, S.A.**

**TELFÓNICA INGENIERÍA DE SEGURIDAD, S.A**

**TELVENT TRÁFICO Y TRANSPORTE, S.A.**

**TENCATE GEOSYNTHETICS IBERIA, S.L.**

**TRABAJOS BITUMINOSOS, S.A.**

**TUNEL D'ENVALIRA, S.A.**

**TUNELS DE BARCELONA I CADI, CONCESSIONARIA DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA, S.A.**

**ULMA C Y ES. COOP.**

**URBACONSULT, S.A.**

**VALORIZA CONSERVACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS, S.A.**

**VSL CONSTRUCTION SYSTEMS, S.A.**

**XUNTA DE GALICIA. CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE**

# RUTAS

REVISTA DE LA ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS

Comité Nacional de la Asociación Mundial de la Carretera



asociación técnica  
de carreteras  
comité 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 es de 60,10 € para socios de la ATC y 66,11 € para no socios (+ I.V.A. respectivamente) 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 **RUTAS** póngase en contacto con nosotros:

Tel.: 913082318 Fax: 913082319

**info@atc-piarc.com www.atc-piarc.com**

[http://www.atc-piarc.com/rutas\\_digital.php](http://www.atc-piarc.com/rutas_digital.php)



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 numero de cuenta: 0234 0001 02 9010258094

Nombre

Empresa

NIF

Dirección

Teléfono

Ciudad

C.P.

e-mail

Provincia

País

Fecha

Firma

## Crecimiento basado en la Innovación

Ferrovial Agromán apuesta por la innovación y el desarrollo, así como por la aplicación de nuevas tecnologías en todos los ámbitos de su actividad de diseño, construcción y mantenimiento de infraestructuras.

Con más de 80 años de experiencia y más de 50 años de actividad en 50 países de 5 continentes distintos y más de 650 proyectos realizados con éxito, Ferrovial Agromán es pionera en el proceso de internacionalización de su actividad y referente en la aplicación de las técnicas más avanzadas en la ejecución de sus obras.



# Vialidad invernal en tiempos de crisis



## XIV CONGRESO

INTERNACIONAL DE VIALIDAD INVERNAL

del 4 al 7 de febrero del 2014

