

N.º 136 • II ÉPOCA  
ENERO • FEBRERO  
2010  
18 Euros (+IVA)

### ***Tribuna Abierta***

**La seguridad vial,  
cosa de todos**

### ***En Portada***



**Entrevista a  
Dña. Rosa Aguilar  
Rivero, Consejera  
de Obras Públicas  
y Transportes de  
la Junta de Andalucía**

### ***Rutas Técnica***

**Nuevo artículo 540  
del PG-3**

**Control de calidad  
de las lechadas  
y microaglomerados  
en frío**



**Técnicas de  
prefisuración**

### ***Simposios y Congresos***

**Jornada técnica  
sobre “Explotación  
de carreteras y medio  
ambiente: un enfoque  
integrado”**

# RUTAS

REVISTA DE LA ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS





Lo último de PROAS es el mejor invento después de la rueda.

Porque hemos creado el BETÚN mejorado con CAUCHO.

En PROAS llevamos más de 50 años liderando el desarrollo tecnológico y el servicio al cliente en el sector del Betún. Por eso, no es de extrañar que hayamos sido la primera compañía española capaz de fabricar el BETÚN mejorado con CAUCHO estable al almacenamiento y de hacer frente a cualquier demanda del mercado. Un Betún de la más alta calidad que supone un claro beneficio para la carretera, la naturaleza y para todos los que vivimos en ella.



# RUTAS

Revista de la Asociación Técnica de Carreteras

Nº 136- II Época - Enero-Febrero 2010

### Edita:

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

### Presidente:

Roberto ALBEROLA

### Comité de Redacción:

#### Presidente:

Roberto ALBEROLA

### Vocales:

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

### Directora Técnica:

Belén MONERCILLO DELGADO

### Director Ejecutivo:

Vicente BARBERÁ

### Redacción, Diseño, Impresión, y

#### Distribución:

#### V. Barberá, S.L.

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

### Jefatura de Redacción:

Juan VAQUERÍN  
redacción@revistarutas.es

### Coordinación y Planificación:

María Luisa BRIZ

### Departamento de Publicidad:

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

### Fotomecánica:

Magister Grafistaff

Depósito Legal: M-7028 - 1986.

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

Nuestra portada:  
Autovía A-22.  
Tramo: Lleida-La Cerdera.

# S u m a r i o

## Tribuna Abierta

- 3 La seguridad vial, cosa de todos, por José Alba García, ICCP.

## En Portada

- 5 Entrevista a Dña. Rosa Aguilar Rivero, Consejera de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía, por la Redacción.



## Rutas Técnica

- 12 Nuevo artículo 540 del P G - 3 , por Mercedes Gómez.



- 16 Control de calidad de las lechadas y microaglomerados en frío, por Lucía Miranda Pérez.



- 23 Técnicas de prefisuración, por Carlos Centeno Ferruelo.

## Autovías del Estado

- 37 Puesta en servicio de la Variante de Alcoi (A-7), por Vicente Ferrer.



- 42 Fomento abre al tráfico el tramo Lleida - La Cerdera de la A-22, por Juan José Barios Baquero.

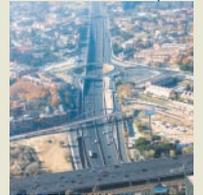


- 46 Apertura al tráfico del tramo La Cerdera - Variante de Almacelles de la A-22, por Juan José Barios Baquero.



## Accesos a Grandes Ciudades

- 49 Autovía del Nordeste, A-2. Madrid. Finalizada la conexión de la Calle Alcalá con la Avenida de Logroño, por Alfredo López de la Fuente.



## Simposios y Congresos

- 53 Jornada técnica sobre "Explotación de carreteras y medio ambiente: un enfoque integrado", por Antonio Sánchez Trujillano.



## Próximas jornadas organizadas por la ATC

- 59 Jornada técnica sobre "Cimentaciones singulares de puentes".

## Actividades de los Comités Técnicos de la ATC

- 60 El Comité Técnico de Carreteras Interurbanas y Transporte Integrado Interurbano, por Sandro Rocci.

- 62 El Comité Técnico de Seguridad Vial, por Roberto Llamas Rubio.

## Premios y distinciones

- 66 La UPM de Madrid ha concedido el II Premio, en su "Certamen de Divulgación Científica y Tecnológica", a D. Miguel Ángel del Val y a D. Juan Gallego.

- 67 D. José Blanco presidió la entrega de los Premios de la Asociación Nacional de Constructores Independientes (ANCI).

- 68 El viaducto de Montabiz, Premio Acueducto de Segovia 2010.

- 69 Fomento informa

- 72 Noticias

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



## La seguridad vial, cosa de todos

**O**freceder garantías de seguridad es una de las principales tareas que, por mandato constitucional, corresponde a la organización de gobierno de que se dota a sí misma una sociedad democrática. La seguridad vial debe entenderse como un componente fundamental de esa seguridad general, y, por consiguiente, concierne a todas las instituciones del Estado velar por que se alcancen los mayores niveles posibles en los diferentes parámetros con los que se suele definir. Los ciudadanos se enfrentan cada día, por lo general, a situaciones de riesgo derivadas de sus desplazamientos, tan ligados éstos a las formas de vida actuales; probablemente la seguridad vial es la forma más directa y próxima para ellos de percibir el concepto “seguridad” en su vida normal.

Pero, como cualquier otro aspecto de la vida social, involucra a los comportamientos de los individuos, por una parte, y, por otra, a un conjunto de acciones que han de desarrollar las diferentes instituciones que articulan el Estado, que deben estar orientadas a mejorar las condiciones para el desarrollo de esos comportamientos y actitudes. En lo concerniente a la seguridad vial, la intervención sobre los comportamientos de los individuos se expresa mediante la normativa que regula la circulación y los medios puestos a disposición para hacer cumplir tales normas, con el objeto de crear las condiciones necesarias para reducir accidentes y víctimas.

No puede negarse la labor positiva desarrollada en este sentido por los responsables de Tráfico (Ministerio del Interior) en los últimos años, consiguiendo una aceptación general de las nuevas normas, lo que se aprecia claramente al circular, particularmente en las vías interurbanas. Se ha avanzado en el respeto a las normas y, como consecuencia, en el respeto entre los individuos.

Pero la seguridad vial no es sólo fruto de normas y métodos de control. Es ésta una simplificación que, entre otras cuestiones, ignora las importantísimas actuaciones que en materia de

infraestructura viaria se vienen desarrollando en España desde hace unos 20 años. Más de 10 000 km de nuevas autovías/autopistas, así como de cientos de kilómetros de variantes de población y otras mejoras puntuales, han configurado el programa de dotación de infraestructuras de mayor alcance llevado a cabo en la historia de España.

Los usuarios de la red viaria en España son muy conscientes de las mejoras que, entre otros aspectos, se han alcanzado simplemente por circular de forma separada del tráfico en sentido contrario, por efectuar a desnivel los cruces con otras vías transversales y por evitar las travesías de población. Estas percepciones de tipo subjetivo están claramente confirmadas por los datos de accidentes y víctimas.

Resulta conveniente recordar esto, pues imputar la reducción de víctimas exclusivamente a las nuevas normas de circulación desconoce o desprecia el enorme esfuerzo inversor realizado por los propios ciudadanos a través de los presupuestos, así como la muy importante aportación de financiación de la Unión Europea, adecuadamente estructurado y desarrollado todo ello por los Gobiernos, de diferente color político, que se han sucedido en España en los últimos 20 años.

Pero, además, la seguridad vial no es sólo cuestión de vías y normas de circulación; hay otros ámbitos de la gestión de lo público que también deben considerarse partícipes de los avances conseguidos: mejoras en los vehículos, educación, medios de comunicación, entidades sociales, atención médica, etc.

Reducir las actuaciones, para mejorar la seguridad vial, a una cuestión de normas y métodos para su aplicación, no es el mejor camino para seguir avanzando en la reducción de accidentes y víctimas. Sólo mediante políticas de Estado, integradoras de los diferentes agentes que intervienen, coherentes con los medios a aplicar, dotadas de la financiación adecuada y con continuidad en su aplicación, pueden alcanzarse los objetivos pretendidos. Entre todos. ■

# Azvi



*Proyectos  
emblemáticos...*

*LAV a Levante  
Viaducto de Contreras  
Récord de Europa de arco ferroviario de hormigón*



*Nueva Esclusa del Puerto de Sevilla  
La más grande de Europa*



*LAV al Norte y Noroeste de España  
Viaducto Arroyo del Valle  
Mención Especial Premio Acueducto de Segovia*



**N**ació en Córdoba en 1957. Tras cursar sus primeros estudios en esta ciudad, obtuvo en 1980 la Licenciatura en Derecho por la Universidad de Sevilla, en la especialidad de Derecho de Empresa.

Aguilar fue Concejala del Ayuntamiento de Córdoba co-

mo Teniente de Alcalde de Disciplina Urbanística, Vías Públicas y Transporte, además de Portavoz en la Diputación Provincial de Córdoba (1987-1991). Entre 1989 y 1992 fue Diputada de Izquierda Unida en el Parlamento de Andalucía. En 1993 y 1996 fue elegida Diputada por Córdoba en el Congreso, donde ejerció como Portavoz de su grupo parlamentario en ambas legislaturas.

En 1999, Rosa Aguilar se convirtió en la primera mujer que preside el Ayuntamiento de Córdoba. Elegida en los comicios municipales de ese año,

desde entonces ejerció como Alcaldesa hasta abril de 2009, fecha en la que fue nombrada, por el Presidente de la Junta de Andalucía, Consejera de Obras Públicas y Transportes del Gobierno andaluz, cargo que ocupa en la actualidad.

## Entrevista a Dña. Rosa Aguilar Rivero, Consejera de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía

**¿** **Cómo se clasifica y cuál es la longitud de la Red de Carreteras de su competencia?**

La red autonómica suma una longitud total de 10 393,84 km. Para su desarrollo, la Junta de An-

dalucía la ha estructurado en tres niveles: Red Básica, Intercomarcal y Complementaria.

La Red Básica cumple una doble función. Por una parte, conforma la malla viaria que da soporte a lo largos recorridos y a las

principales conexiones exteriores; y, por otro lado, sustenta el resto de relaciones de largo y medio recorrido dentro de nuestro territorio. Las carreteras que conforman esta red suman 2 042,53 km, de los cuales 921 son vías de

Para la Consejera, la Línea 1 del Metro de Sevilla es una de las principales infraestructuras que ha puesto en marcha la Junta de Andalucía.



gran capacidad, es decir autovías y carreteras de doble calzada.

El segundo grupo de carreteras configuran la Red Intercomarcal, que completa las funciones de la Red Básica para los tráficos de medio recorrido. Su longitud total es de 4394,82 km.

Por último, la Red Complementaria de carreteras tiene una longitud de 3956,49 km. Su principal objetivo es facilitar el acceso desde las diferentes poblaciones a las anteriores redes. Incluye las carreteras destinadas a garantizar la movilidad en las áreas metropolitanas y a proporcionar la accesibilidad a las zonas de especial interés turístico y estratégico.

### ¿Cómo se estructura su Consejería?

Para el desarrollo de sus funciones, el organigrama de la Consejería de Obras Públicas y Transportes se estructura en tres Direcciones Generales, a las que hay que sumar tres empresas públicas, además de la Viceconsejería y la Secretaría General Técnica.

La Dirección General de Planificación y Sostenibilidad se encarga de elaborar los planes de infraestructuras de acuerdo con la planificación territorial y sectorial. Además, es el instrumento para evaluar la eficiencia y sostenibilidad de las redes de infraestructuras y servicios del transporte, así

como de los programas de investigación, desarrollo e innovación.

Por su parte, la Dirección General de Infraestructuras Viarias es la encargada de la construcción, conservación y explotación de las carreteras autonómicas, así como de la elaboración de los estudios y planes de las infraestructuras viarias en nuestra comunidad. Como organismo instrumental cuenta con la empresa pública Gestión de Infraestructuras de Andalucía SA (GIASA), que desarrolla los proyectos y las obras que se le encomienden en esta materia.

La Dirección General de Trans-

portes y Movilidad impulsa, coordina y desarrolla la política de transporte en la comunidad autónoma. Esto incluye la coordinación y control de las competencias delegadas en los consorcios metropolitanos de transporte y la supervisión de los servicios del transporte. Como empresa pública dependiente tiene a Ferrocarriles de la Junta de Andalucía, a través de la cual se ejercen las competencias en esta materia.

El tercer ente instrumental de esta Consejería es la Agencia Pública de Puertos, que ejerce sus competencias en las instalaciones portuarias de titularidad autonómica y en la Administración del Sistema Portuario de Andalucía dependiente del Gobierno central.

### ¿Qué recientes realizaciones relativas a infraestructuras destacaría?

Sin ninguna duda, la Línea 1 del Metro de Sevilla, porque es una de las principales infraestructuras que ha puesto en marcha la Junta de Andalucía en los últimos tiempos. Con la puesta en servicio de la primera línea de Metro de Andalucía se inicia un camino sin vuelta atrás hacia un modelo de movilidad sostenible que impulsamos en todas las áreas metropolitanas.

Me pide que le cite actuaciones recientes y no puedo pasar

**Para este ejercicio, los presupuestos de la Consejería de Obras Públicas y Transportes ascienden a 1322,7 millones de euros**



Variante sureste de Alcalá La Real en Jaén.

por alto uno de los grandes hitos de los últimos meses: la puesta en servicio del vuelo Almería – Sevilla, que ya es una realidad. Se trata de una conexión aérea que expresa el compromiso de la Junta de Andalucía con la vertebración y cohesión territorial de la comunidad autónoma.

Otro de los pasos decisivos que hemos dado en los últimos meses tiene que ver con una apuesta estratégica de esta Consejería: el impulso de una red de áreas logísticas modernas, sostenibles e inteligentes. Recientemente hemos inaugurado en Cádiz el Edificio de Servicios de la ZAL de la Bahía de Algeciras, el cerebro de esa área logística que generará empleo y riqueza en el Campo de Gibraltar.

Por hacer un breve repaso de las últimas infraestructuras, cabe destacar la variante sureste de Alcalá la Real en Jaén. Esta carretera cuenta con una peculiaridad: su asfalto está compuesto, en parte, por neumáticos viejos reciclados.

En Córdoba, uno de los hitos más relevantes ha sido la puesta

en servicio del tramo Lucena – Cabra de la Autovía del Olivar. Se trata del primer tramo de estas vías de gran capacidad que se encuentra operativo en la provincia.

En Huelva, tiene especial interés la presentación del anteproyecto de la Conexión Metropolitana Sur, una infraestructura demandada por los onubenses y que, dado el paraje natural en el que se va a desarrollar, en las Marismas del Odiel, queremos que se convierta en un referente de sostenibilidad.

Continuando con el repaso provincial, en Málaga, además del importante avance de las obras del Metro de la capital y de diversos tramos de la autovía del Guadalhorce, podemos destacar la mejora realizada en la conexión entre las carreteras de Ardales – Ronda y Campillos – Málaga, lo que permite mejorar el itinerario Ronda – Málaga por el interior.

Finalmente, en Granada se está trabajando a muy buen ritmo para poder cumplir los compromisos en materia de Alta Velocidad ferroviaria y de puesta en servicio del metropolitano. En

materia viaria se está desarrollando una importante actuación para la mejora de la red de carreteras de La Alpujarra, donde últimamente se ha reparado y puesto en servicio el puente sobre el río Chico en Bayarca.

**¿Con qué presupuesto cuenta para 2010 y cómo se desglosa? ¿De qué forma le afecta –si así ha sido– la situación de crisis económica actual?**

Los presupuestos de la Consejería de Obras Públicas y Transportes para 2010 cumplen con los compromisos asumidos en el Plan de Infraestructuras para la Sostenibilidad del Transporte 2007 – 2013, al tiempo que están concebidos para impulsar el proyecto de Andalucía Sostenible.

Para este ejercicio, la Consejería cuenta con un presupuesto total de 1322,7 millones de euros, de los cuales las principales partidas son 1008 millones procedentes del presupuesto ordinario, 129,6 millones del endeudamiento y 184 millones de la colaboración público-privada,

Se trata de un presupuesto pa-

ra ganar el futuro en la medida en que, pese a las dificultades económicas, se mantiene el ritmo inversor para estimular la actividad económica y para contribuir al cambio del modelo productivo mediante el desarrollo de unas infraestructuras modernas, que impulsen la competitividad de nuestra economía y mejoren la calidad de vida de la ciudadanía.

Para este último objetivo, es intención del Gobierno andaluz priorizar el diálogo social como instrumento para concertar nuestras políticas e inversiones con los agentes económicos y sociales.

**Esta comunidad está inmersa en el Plan de Infraestructuras para la Sostenibilidad del Transporte en Andalucía 2007-2013. ¿Nos puede hacer una breve presentación del mismo?**

Dentro del marco de la Andalucía Sostenible, el Gobierno andaluz está haciendo una importante apuesta por el desarrollo de las infraestructuras del transporte en la comunidad autónoma con la que queremos culminar una red de comunicaciones que garantice la movilidad sostenible. Ése es el gran objetivo estratégico del PISTA, que estará vigente hasta 2013.

Desde la Consejería de Obras Públicas y Transportes entendemos las infraestructuras de transporte como un elemento fundamental para la modernización y reactivación del conjunto del tejido productivo, al aportar condiciones necesarias para el desarrollo del conjunto de actividades económicas.

Como saben, el PISTA, que recoge las claves de esas políticas de movilidad, es fruto del diálogo, del acuerdo y de la concertación social. El Plan marca cinco grandes objetivos, que vamos a ir haciendo realidad a través de las decisiones que todos los días tomamos en la Consejería. Estos objetivos son los de favorecer en el transporte el uso racional y sostenible de los recursos natu-



Edificio de Servicios de la ZAL de la Bahía de Algeciras (Cádiz).

rales y disminuir la emisión de gases efecto invernadero; el mejorar la eficiencia económica y energética del transporte; avanzar en las condiciones de igualdad entre las andaluzas y los andaluces a través de actuaciones que mejoren su calidad de vida en todos los rincones de la comunidad autónoma; mejorar la vertebración interna de la comunidad; y, por último, dar un salto también en su conexión con el resto de España y Europa.

**¿Qué es el Plan MASCERCA (2004-2010 con horizonte 2012)? ¿Qué objetivos persigue? ¿Qué inversión supone? ¿Cuál es su grado de cumplimiento?**

El Plan MÁS CERCA está orientado a garantizar la modernización y la accesibilidad de las carreteras para asegurar un eficaz sistema de comunicaciones que potencie los intercambios, humanos, culturales y económicos en el ámbito andaluz.

Entre sus objetivos se fija mejorar la accesibilidad y conectividad en el interior de la región, la comunicación a la red de gran capacidad desde los diferentes núcleos de población, facilitar las relaciones con las zonas litorales y zonas de gran dinamismo económico, mejorar la seguridad vial y el confort de las carreteras, me-

jorar y organizar la capacidad vial de las grandes aglomeraciones urbanas, eliminar los tráficó de paso de los núcleos urbanos y modernizar el sistema de gestión y organización de la conservación y potenciación de la conservación preventiva.

**¿Este Plan se ha ampliado?**

El Plan MÁS CERCA tenía un horizonte temporal hasta 2010, pero se han ampliado sus contenidos y propuestas de actuación hasta igualarlo con el del PISTA que abarca hasta 2013. En esta nueva situación, el presupuesto del Plan MÁS CERCA para este horizonte temporal se ha elevado hasta los 3747 millones de euros.

**De los planes antedichos, ¿qué obras destacarías de las que finalizarán a corto plazo?**

Como le decía, nuestro gran objetivo estratégico es avanzar hacia un modelo de movilidad sostenible, donde el ferrocarril sea el gran referente de transporte. En este punto quiero hacer especial hincapié en un proyecto que tenemos en marcha y que expresa con claridad cuál es nuestra apuesta: el Eje Ferroviario Transversal, una columna vertebral de Alta Velocidad de Andalucía. En este proyecto, la Junta está ejecutando el tramo Sevilla - Antequera y se convierte, de este modo, en el úni-

En la imagen,  
Puente de  
Montoro.



co gobierno autonómico que construye Alta Velocidad con recursos de su presupuesto. Y la apuesta por el ferrocarril la expresan también las obras que tenemos en marcha de los tranvías de la Bahía de Cádiz y Jaén y los Metros de Málaga y Granada.

En materia viaria, estamos dando un importante impulso a la Autovía del Olivar y a la del Almanzora, dos infraestructuras decisivas para la vertebración interior de la comunidad autónoma.

**¿Cuáles son las obras más importantes que se están llevando a cabo en Andalucía por parte de la Administración Central y de qué forma incidirá en la movilidad andaluza?**

Sin lugar a dudas, destacaría las actuaciones en materia ferroviaria, porque la conexión de las

capitales andaluzas por alta velocidad va a suponer un antes y un después en la vertebración interna de la comunidad autónoma y en su conexión con el resto de España y Europa.

Le quiero subrayar que el compromiso del Gobierno de España con Andalucía es total y que la permanente cooperación institucional da grandes frutos que se traducen en beneficios para Andalucía. Le cito como ejemplo la primera reunión que mantuvo el Presidente de la Junta de Andalucía con el Ministro de Fomento que fue decisiva para que el Gobierno central considerase prioritaria la línea de Alta Velocidad Algeciras-Antequera.

**Ahora que estamos sufriendo los efectos de los temporales en nuestro país, es un buen**

**momento para preguntar ¿cómo afronta esta Comunidad el tema de la vialidad invernal?**

Podemos decir que en Andalucía tenemos unas infraestructuras adecuadas a las condiciones climatológicas que se suceden normalmente en nuestra Comunidad. Los parques de maquinaria de la Consejería, repartidos estratégicamente por toda la comunidad autónoma, se encargan de velar por el correcto estado de las mismas en todos los momentos, y de poner en marcha las diferentes campañas, especialmente en invierno, al objeto de mantener los correctos niveles de seguridad vial en nuestras carreteras.

Cuando se producen situaciones extraordinarias debido a la crudeza del temporal, tenemos que actuar como lo hemos hecho: con celeridad para restablecer la normalidad en el menor tiempo posible y garantizando la seguridad para los ciudadanos. Durante las semanas de temporal de lluvia y nieve de este invierno, unos 1200 trabajadores de la Consejería han estado desplegados por las carreteras andaluzas para corregir los daños producidos por las inclemencias meteorológicas. En algunos casos las actuaciones de emergencia corrigieron totalmente la situación y en otras hemos planificado intervenciones que evitarán que esos puntos sensibles de la red autonómica de carreteras vuelvan a verse dañados en situaciones parecidas.



Vista parcial del tramo Lucena-Cabra de la Autovía del Olivar.

### ¿Qué opinión le merece la cooperación público - privada para la creación, conservación y gestión de infraestructuras?

La colaboración público-privada se presenta como una oportunidad para anticipar inversiones. Desde la Consejería de Obras Públicas y Transportes entendemos que la construcción de infraestructuras es uno de los campos propicios para el desarrollo de fórmulas donde la cooperación de las Administraciones públicas y

### ¿Cuáles son los proyectos y realizaciones más importantes en marcha o finalizados en los demás sectores de su competencia?

Desde la Consejería de Obras Públicas y Transportes estamos apostando de forma decidida por el desarrollo de una red de áreas logísticas. Se trata de un conjunto de modernas plataformas intermodales para la implantación de empresas, conectadas entre sí y con el resto del Sistema de Trans-

porte, por ferrocarril y autovía, las cuales les comunican a su vez con puertos y aeropuertos. Son además áreas logísticas sostenibles, que incorporan plantas de generación eléctrica mediante energías renovables e inteligentes, preparadas tecnológicamente para integrarse en los flujos de información de la sociedad del conocimiento. Para cualquier empresa de los sectores de la logística y el transporte, su localización en una de estas áreas logísticas le puede



Puerto de El Terrón (Huelva)

los operadores privados permitan desarrollar proyectos estratégicos para la comunidad autónoma. Se trata de una fórmula que ya se encuentra recogida en la Ley de Contratos del Sector Público de 2008 y aceptada a escala europea.

En estos momentos estamos analizando uno a uno los proyectos susceptibles de contar con financiación público-privada, y mantenemos contactos con empresas y entidades financieras que están interesadas en esta línea de trabajo. Hay algunos de mucha envergadura que se van a financiar por esta vía, como la Ronda Norte de Córdoba, que movilizará una inversión de 187 millones de euros.

**Entendemos las infraestructuras del transporte como un elemento fundamental para la modernización y reactivación del conjunto del tejido productivo**

suponer un ahorro de entre un 7% y un 12% de sus costes totales.

En materia de puertos, por otro lado, tenemos en marcha una ambiciosa estrategia para la ampliación de nuestras instalaciones desde el respeto al medio ambiente y a la oferta de calidad turística. En 2010, las obras de ampliación que hay en marcha en distintos puertos autonómicos van a suponer la puesta en servicio de 2100 nuevos atraques (en los puertos de Garrucha, Adra, Punta Umbría, La Alcidesa, en La Línea; y San Andrés, en Málaga).

**Finalizamos nuestra entrevista agradeciendo a Dña. Rosa Aguilar la atención dispensada a nuestra revista. ■**

# PASADO, PRESENTE Y FUTURO DE LAS COMUNICACIONES

Creamos caminos que unen personas



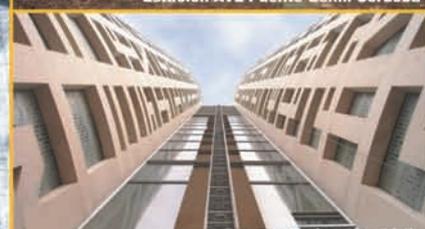
Nueva terminal Aeropuerto de Málaga



Puerto de Garrucha. Almería



Estación AVE Puente Genil. Córdoba



Centros de Mércules. Cádiz



AVE Valderrubio-Pinos Puente. Granada

## Sando Construcciones

realiza desde hace más de 30 años obras de calidad y garantía, como son las infraestructuras terrestres, marítimas y aeroportuarias, que mejoran nuestra calidad de vida.

Esta es nuestra mayor satisfacción, saber que día a día hacemos grandes obras.

**SANDO**  
CONSTRUCCIONES

[www.sando.com](http://www.sando.com)



# Nuevo artículo 540 del PG-3

Mercedes Gómez, ICCP.  
Dirección General de Carreteras.  
Ministerio de Fomento.

## Resumen

**S**e exponen las directrices y líneas generales que se seguirán en la revisión del artículo 540 del PG-3. En el nuevo artículo sobre “Microaglomerados en frío” se acentúa la relevancia de esta unidad de obra en la rehabilitación superficial. La adaptación a la normativa europea no supondrá un gran cambio en las prescripciones técnicas, pero si se resaltan como cambios principales una mejora de los estándares de calidad en los materiales, tanto en ligantes como en áridos.

**Palabras clave:** Prescripciones técnicas, microaglomerado en frío, rehabilitación superficial, PG-3.

## Introducción

Dentro de la labor de revisión y adaptación de la normativa técnica

que lleva a cabo la Dirección General de Carreteras, está prevista a corto plazo la del artículo 540 de lechadas bituminosas.

Esta revisión ha sido motivada en primera instancia por la aprobación de la normativa europea relativa a estos materiales, y la publicación en el Diario Oficial de la Unión Europea de la fecha de su entrada en vigor, que está fijada para el 1 de enero de 2011. Sin embargo, lo primero que hay que aclarar es que la adaptación a la normativa europea no va suponer un gran cambio en el artículo del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para esta unidad de obra.

En este artículo se van a resumir las directrices y líneas generales que se van a seguir en la redacción del nuevo artículo 540 del PG-3.

Lo primero que hay que destacar es que se le va cambiar el nombre de lechadas bituminosas por “Microaglomerados en frío”, anticipando ya con el título que, dentro de las distintas familias de estos productos, se acentúa la importancia de las que

tienen la función de rehabilitación superficial, para aportar una mejora de la macrotextura y de la resistencia al deslizamiento.

Con este objetivo, se resaltan como cambios principales, la adaptación de los estándares de calidad de los materiales, tanto en ligantes como en áridos, de manera análoga a como se ha hecho recientemente en los artículos de mezclas bituminosas en caliente, y la posibilidad de emplear compactación para aumentar la cohesión inicial en las aplicaciones correspondientes a las categorías de tráfico más altas.

## Materiales

En relación con las emulsiones bituminosas, se adelanta que se exigirá el empleo de emulsiones modificadas para las categorías de tráfico pesado más altas, hasta T2 incluida, y se suprimen para empleo de las emulsiones en microaglomerados en frío.

Las emulsiones catiónicas tienen ya también su norma europea de es-

pecificaciones aprobada y posible- mente bien a finales de este año o mediados del 2010, se publiquen en el DOUE las fechas en las que será de aplicación. Hay que ir preparán- dose también para este cambio, por lo que, seguramente, se incluirá ya en el artículo de microaglomerados en frío, que las emulsiones indicadas para esta aplicación, y cuyas espe- cificaciones se recogen en los artí- culos 213 y 216, podrán sustituirse por emulsiones que cumplan con los tipos, las especificaciones y las con- diciones nacionales especiales de la norma europea UNE-EN 13808.

Podemos indicar a priori las si- guientes equivalencias con las nue- vas nomenclaturas de emulsiones, si bien es necesario esperar para con- firmarlo, a que se publique el anejo nacional de esta norma europea de emulsiones bituminosas catiónicas:

ECL-2d por C60B5 con betún as- fáltico residual de penetración  $\leq 100$  (clase 3).

- ECL-2-m por C60BP5 con betún asfáltico residual de penetración  $\leq 150$  (clase 4).

- ECL-2d-m por C60BP5 con be- tún asfáltico residual de penetración  $\leq 100$  (clase 3).

Se recuerda también que según lo dispuesto en la Orden Circular 21/2007 de 11 de julio, sobre el uso y especi- ficaciones que deben cumplir los li- gantes y mezclas bituminosas que in- corporen caucho procedente de

neumáticos fuera de uso (NFU), para la fabricación de emulsiones bitumi- nosas de reología modificada (Artícu- lo 216 de este Pliego) a utilizar en cualquier tipo de técnica en frío, in- cluidos los microaglomerados en frío, se pueden utilizar tanto los betunes modificados con caucho que cumplan las especificaciones establecidas en el artículo 215 del PG-3 como los be- tunes mejorados con caucho que cumplan las especificaciones de la ta- bla 1 de la citada Orden Circular.

En cuanto a los áridos, que es el componente fundamental de las le- chadas para garantizar la textura y su durabilidad, las especificaciones se- guirán la misma línea que la de los artí- culos de mezclas bituminosas en ca- liente revisados mediante la Orden Circular 24/2008, en los que ya se es- tableció una mejora significativa de la calidad de los áridos para capas de rodadura.

Centrándonos en la exposición que sigue, en los áridos a emplear en mi- croaglomerados para segunda capa o única, es decir, para capa de roda- dura, al igual que en dichos artículos, se introducirá un nuevo apartado de procedencia del árido grueso, en el que para categorías de tráfico pesa- do T0, no se permite el empleo de ári- do grueso procedente de trituración de gravas de yacimientos granulares, ni de canteras de naturaleza caliza; y para las categorías de tráfico pesado T1 a T31, en los que sí se permite la

trituración de gravas naturales, se exi- girá que el tamaño máximo de las par- tículas antes de la trituración sea su- perior a seis veces el tamaño máximo del árido final.

Estas limitaciones, en cuanto a procedencia del árido grueso, no su- ponen en realidad prescripciones adi- cionales, sino que son las que se de- rivan coherentemente del resto de especificaciones establecidas.

Como es lógico en una capa de rodadura no se admite la posibilidad de mezclar áridos de distinta proce- dencia para cumplir los valores de las especificaciones como promedio de los valores de cada uno de ellos, por lo que, en el caso de que se utiliza- ran áridos diferentes, cada uno de ellos deberá cumplir las prescripcio- nes mínimas que se fijan en el PG-3.

Para la angulosidad del árido grue- so, además de las especificaciones sobre proporción de partículas total y parcialmente trituradas, que coin- cidirán con las que hay actualmente, se añaden de manera complementa- ria, limitaciones a la proporción de partículas totalmente redondeadas. **(Tabla 1).**

Se mejoran también las demás propiedades del árido grueso que quedarán como se muestra en las **ta- blas 2a, 2b y 3.**

Por último, hay que llamar la aten- ción una vez más sobre la importan- cia que tiene para el buen compor- tamiento del material como capa de

% de partículas del árido grueso (UNE EN 933-5)	Categoría de tráfico pesado	
	T0 a T2	T3, T4 y arcenes
Total y parcialmente trituradas	100	$\geq 75$
Totalmente redondeadas	0	$\leq 10$

Tabla 1.

Categorías de tráfico pesado		T0	Categorías de tráfico pesado	
T0 a T2	T3, T4 y arcenes		T1 a T31	T32, T4 y arcenes
$\leq 20$	$\leq 25$	$\geq 56$	$\geq 50$	$\geq 44$

Tabla 2a. Índice de lajas de árido grueso.

Tabla 2b. Coeficiente de pulimiento acelerado del árido.

Capa de aplicación	T0	Categorías de tráfico pesado	
		T1 y T2	T3, T4 y arcenes
1ª capa	$\leq 20$	$\leq 25$	$\leq 25$
2ª capa o única	$\leq 15$	$\leq 20$	$\leq 25$

Tabla 3. Coeficiente de Los Ángeles del árido grueso.

rodadura, que no se empleen partículas de árido de tamaño superior a 2 mm que no cumplan todas las características exigidas al árido grueso. Para evitarlo, se exigirá expresamente, que, en el caso de utilizarse un árido fino de distinta procedencia, se emplee una fracción 0/2 con un porcentaje retenido en el tamiz 2 mm no superior al 10%.

### **Tipos y composición de los microaglomerados en frío**

Actualmente, en el artículo 540 del PG-3, se definen los siguientes cuatro tipos de lechadas: LB1, LB2, LB3 y LB4, con tamaños máximos de árido de 12, 8, 6 y 4 mm respectivamente. En el nuevo artículo del PG-3 se reducirán a tres el número de tipos diferentes de microaglomerados en frío, suprimiendo lógicamente de los cuatro, el más fino.

Al igual que ahora, para cada tipo se definirá un huso granulométrico, que pasará a expresarse con la serie de tamices nueva, una dotación media de microaglomerado y un porcentaje de betún residual y unos campos de aplicación.

Los microaglomerados más gruesos, con tamaño máximo nominal del árido de 11 y de 8 mm, serán equivalentes a la LB1 y LB2 actuales y con similares características y aplicaciones en segunda o única capa. El tipo de microaglomerado más fino con tamaño máximo nominal de 5 mm, se corresponde con un material intermedio entre la LB3 y LB4 actuales, y se reservará para las aplicaciones actualmente asociadas a ellas de sellado o tratamiento en 1ª capa.

Los criterios para la dosificación en frío y el estudio de la fórmula de trabajo, se seguirán basando en los ensayos de consistencia, desgaste por abrasión por vía húmeda y cohesión, con la novedad de que estas propiedades de los microaglomerados en frío pasarán a ensayarse mediante normas de ensayo europeas en lugar de con las NLT empleadas en la actualidad. No obstante, los ensayos son equiva-



lentes, por lo que no supondrán un cambio significativo.

### **Ejecución**

Como única novedad en relación con la ejecución, se resalta la posibilidad de que en los microaglomerados más gruesos y en las categorías de tráfico pesado más altas, T0 y T1, se pueda exigir la compactación de la mezcla extendida mediante el empleo de compactadores de neumáticos.

La compactación tendrá como finalidad adherir más y mejor las partículas más gruesas y acortar el tiempo de curado, aumentando la cohesión inicial de la mezcla y permitiendo una apertura más rápida al tráfico.

Como es bien conocido, la compactación de estos materiales es habitual realizarla en otro tipo de aplicaciones como son los aeropuertos. Probablemente, por la falta de experiencia en carreteras, se introduzcan algunas ideas de cómo efectuar la compactación. Como por ejemplo que no debe permitirse la humectación con agua de la superficie de los neumáticos. Deberá prestarse especial atención al momento de iniciar la compactación, de manera que no se produzca la adherencia de parte del tratamiento, por baja cohesión, a la superficie de goma del neumático. Tampoco deberá retrasarse tanto que la mezcla tenga ya un grado de cohesión tal que el compactador

no aporte mejora alguna.

El compactador deberá realizar la compactación por franjas sobre el microaglomerado en frío extendido con cada carga de la máquina móvil, empezando por el extremo inicial del extendido y pisando longitudinalmente por un borde con una o dos ruedas como máximo, observando si se produce la adherencia de la mezcla al neumático del compactador y continuando o suspendiendo temporalmente la compactación, según el comportamiento observado.

### **Recepción, medición y abono**

Se seguirán incluyendo, como criterios de aceptación y rechazo, el control del cumplimiento de las especificaciones en cuanto a la dotación de microaglomerado y la dotación de ligante, la macrotextura superficial mediante el método del círculo de arena y la resistencia al deslizamiento mediante el valor de CRT medido según la NLT-336.

Por último, al igual que se ha hecho en los artículos de mezclas bituminosas en caliente, probablemente se introduzca la posibilidad de bonificación económica para el caso en el que el árido grueso empleado tuviera un valor del coeficiente de pulimento acelerado superior en cuatro puntos al valor mínimo especificado para la categoría de tráfico pesado que corresponda. ■

*Inventemos el futuro*

REPSOL



# Un camino sólido hacia el bienestar de todos.



Las infraestructuras viales y su constante mejora constituyen el motor del progreso que nos permite a todos aumentar nuestra calidad de vida, aportándonos seguridad, ahorro de tiempo y comodidad. Por eso trabajamos para facilitar la vida de las personas que recorren con nosotros el camino hacia el futuro y el bienestar.

REPSOL YPF Lubricantes y Especialidades, S.A.  
Glorieta Mar Caribe, 1. 28043 Madrid.

Más información en [repsol.com](http://repsol.com)

# Control de calidad de las lechadas y microaglomerados en frío



Lucía Miranda Pérez,  
Licenciada en Ciencias Químicas.  
Eiffage Infraestructuras, S.A.

## Introducción y resumen

Con la aparición de la Directiva de Productos de Construcción (89/106/CEE), modificada por la Directiva (93/068/CEE), se ha procedido a la apertura del proceso de certificación de conformidad para la obtención del Mercado CE, para las diferentes familias de productos de lechadas y microaglomerados en frío, a través de un procedimiento en el cual, el fabricante es el único responsable del sistema de Control de Producción, de manera que garantice que el producto cumple las correspondientes es-

pecificaciones técnicas declaradas. La sistemática a seguir para cumplir este proceso, se recoge en la norma de referencia UNE EN 12273.

Como complemento en el proceso del Mercado CE, también se han editado normas nuevas de métodos de ensayo identificadas dentro de la serie de normas UNE EN 12274 y que sustituyen a las actuales normas NLT. Estas se aplican para la comprobación de las características de las lechadas bituminosas o microaglomerados en frío.

Esta serie de normas se divide en 8 y son empleadas para comprobar características como la cohesión, la resistencia a la abrasión y la consistencia, determinadas en la etapa de diseño de la lechada previamente a su extensión. También se han

editado normas para comprobar las características de la lechada o microaglomerado en frío, una vez extendida, y, después de un periodo de tiempo en servicio, mediante la evaluación de defectos según se describe en la norma UNE EN 12274-8. Esta norma es importante, ya que de los resultados de su aplicación se obtiene la información necesaria para la definición del Ensayo Inicial de Tipo, denominado TAIT.

Por todo ello, se puede resumir que el proceso de Mercado CE se basa en la aplicación de un Control de Producción (CPF), así como en la obtención del Ensayo Inicial de Tipo (TAIT), a partir de actividades correspondientes a:

- El diseño de la lechada bituminosa o microaglomerado en frío con la aplicación de los métodos de en-

sayo, según las normas UNE EN 12274, determinando las características del producto, teniendo en cuenta los materiales que se emplean (áridos, emulsión, agua, aditivos, etc). Estas actividades serán realizadas previamente a la extensión de la lechada bituminosa o microaglomerado en frío.

- Evaluación del comportamiento de la lechada bituminosa o microaglomerado en frío, una vez extendida, y transcurrido un periodo de tiempo de un año, a través de la evaluación de los defectos.

Todas estas actividades deberán estar registradas y desarrolladas siguiendo los requisitos de un sistema de gestión de la calidad, como el que se describe en la norma UNE EN ISO 9001, siendo adaptada con los requerimientos de la norma UNE EN 12273.

**Palabras clave:** lechada bituminosa, microaglomerado en frío, Ensayo Inicial de Tipo (TAIT), categorías y defectos.

## Normas serie UNE EN 12274

Como se ha indicado en la introducción, para la realización del control de calidad de las lechadas y microaglomerados en frío con la aparición del Mercado CE, se han emitido una serie de normas recopiladas dentro de la serie UNE EN 12274. Algunas de ellas describen la misma metodología que las actuales NLT, sustituyendo a éstas, y son utilizadas para comprobar sus características en cuanto a su composición, así como a sus prestaciones, para poder conocer cuál puede ser su comportamiento una vez puesta en obra.

Esta serie de normas se dividen en 8 y corresponden a:

- UNE EN 12274-1: Toma de muestras para la extracción del ligante.
- UNE EN 12274-2: Determinación del contenido de ligante residual.
- UNE EN 12274-3: Consistencia.
- UNE EN 12274-4: Determinación de la cohesión de la mezcla.

- UNE EN 12274-5: Determinación del desgaste.

- UNE EN 12274-6: Velocidad de aplicación.

- UNE EN 12274-7: Ensayo de abrasión por agitación.

- UNE EN 12274-8: Evaluación visual de defectos.

Las normas, desde la UNE EN 12274-3 hasta la UNE EN 12274-5, corresponden a sus homólogas NLT; sin embargo, las normas UNE EN 12274-1, UNE EN 12274-2, UNE EN 12274-6, UNE EN 12274-7, y UNE EN 12274-8 corresponden a métodos de ensayo nuevos.

**Norma UNE EN 12274-1: Toma de muestras para la extracción del ligante.**

Es una norma nueva en la que se describe la sistemática para realizar la toma de muestra de una lechada o microaglomerado en frío para rea-

lizar, posteriormente, la extracción del ligante.

La toma de muestra se realizará cuando la lechada sea homogénea en su salida del mezclador.

**Norma UNE EN 12274-2: Determinación del contenido del ligante residual.**

En esta norma se describe el método de ensayo para determinar el contenido en ligante residual de una lechada o microaglomerado en frío, mediante extracción, siguiendo la sistemática descrita en la norma UNE EN 12697-1.

Para la realización del ensayo, previamente se procede a la rotura del producto eliminando el agua, obteniendo con ello una muestra sólida formada por el ligante y el árido.

Esta muestra será sometida posteriormente a un proceso de extracción para conocer el contenido de ligante.

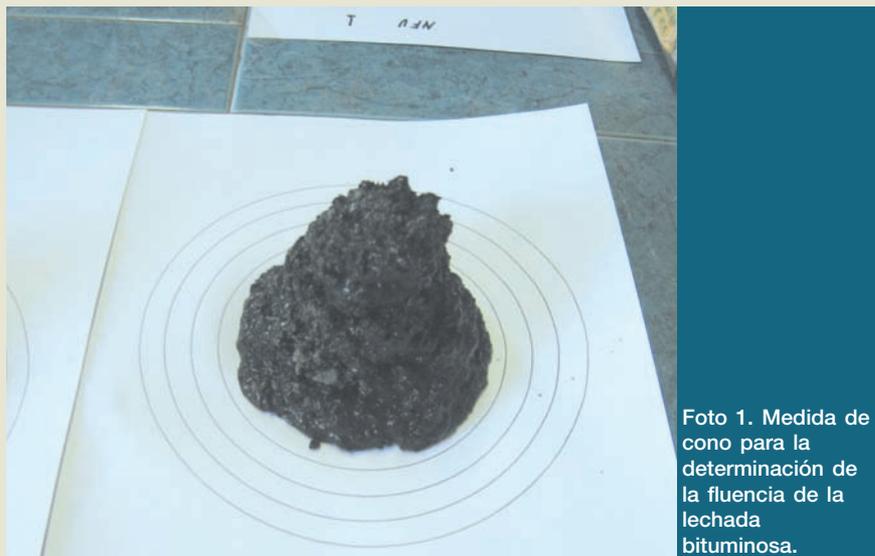


Foto 1. Medida de cono para la determinación de la fluencia de la lechada bituminosa.

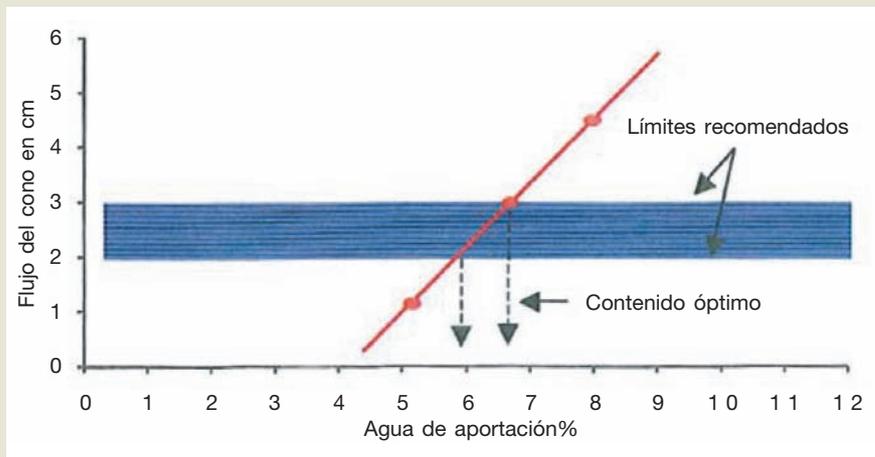


Diagrama 1. Representación de la determinación del contenido de agua óptima con el empleo del ensayo de consistencia.



Foto 2. Ensayo para la determinación de la cohesión.

### **Norma UNE EN 12274-3: Consistencia.**

Norma que sustituye a la NLT-317, y en ella se especifica el método de ensayo para la determinación de la consistencia de una lechada o microaglomerado en frío mediante el método del cono. La información obtenida se utiliza para determinar el contenido de agua y aditivo óptimo que asegure que la mezcla tiene la fluencia suficiente para poder ser extendida sin que se rompa, y, por tanto, pueda ser manejable.

### **Norma UNE EN 12274-4: Determinación de la cohesión de la mezcla.**

Esta norma de ensayo sustituye a la NLT-323 y describe la metodología para determinar la cohesión mínima de una lechada o microaglomerado en frío, con el objetivo de evaluar el tiempo de endurecimiento; es decir, el tiempo que transcurre desde la aplicación de la lechada hasta llegar a un proceso en el que se produce la coalescencia de la emulsión, y, por tanto, su rotura; y, por otro lado, la transitabilidad, en donde se determina el periodo de tiempo, después de la apli-

cación de la lechada bituminosa o microaglomerado en frío, que es necesario para la apertura al tráfico.

### **Norma UNE EN 12274-5: Determinación del desgaste.**

Esta norma sustituye a la NLT-320 y en ella se especifica el método de ensayo para el diseño de una lechada o microaglomerado en frío basado en la determinación del contenido mínimo de emulsión, a partir de probetas fabricadas, sometidas a condiciones de abrasión

por vía húmeda.

El ensayo consiste en aplicar una acción abrasiva, por medio de un cilindro de caucho duro, colocado sobre la superficie de la muestra preparada en el laboratorio, curada en estufa y embebida en agua por inmersión.

Este proceso será realizado sobre probetas fabricadas con diferentes porcentajes de emulsión, tomando como óptimo aquél que presenta, la menor pérdida tras ser sometida a la acción abrasiva.

### **Norma UNE EN 12274-6 Velocidad de aplicación.**

El fundamento de esta norma consiste en determinar el rendimiento medio de extendido de lechada o microaglomerado en frío, a través de la medida de la cantidad que ha sido extendida por unidad de superficie. El valor obtenido es expresado como  $\text{kg/m}^2$

La cantidad de producto aplicado es determinado bien pesando por separado cada uno de los componentes, o bien pesando la máquina y calculando su masa antes y después de su extendido, teniendo en cuenta cada uno de los materiales utilizados.



Foto 3. Ensayo de abrasión.

A partir de los datos obtenidos con la aplicación de este método de ensayo, se podrá determinar el rendimiento, comparando con los datos del diseño previo realizado, para conocer la composición orientativa de cada uno de los componentes.

### **Norma UNE EN 12274-7. Ensayo de abrasión por agitación.**

Este método es aplicado en Alemania y Austria, y su metodología consiste en determinar la idoneidad de los materiales (áridos y emulsiones), al ser sometidos a la acción del agua.

El ensayo se lleva a cabo utilizando áridos de tamaño 0/2 mm, emulsión, agua, cemento y aditivos. Con la mezcla fabricada se elaboran probetas sobre las que se determina: por un lado, la absorción de agua, al ser condicionadas a vacío en agua a una temperatura de 1°C; y, por otro lado, tras determinar el peso de dichas probetas, se someten a un proceso de abrasión, introduciéndolas en un cilindro normalizado lleno de agua, sobre el que se aplica una agitación durante un tiempo determinado, transcurrido el cual se estima el desgaste experimentado por cada una de las probetas.

### **Norma UNE EN 12274-8: Evaluación visual de defectos.**

En esta norma se especifica el método de ensayo para la evaluación, tanto cualitativa como cuantitativa, de los defectos de una lechada bituminosa o microaglomerado en frío. En ella se describe la sistemática que se debe aplicar sobre un tramo realizado para ser inspeccionado, transcurrido un año desde su aplicación, determinando el área de cada uno de los defectos y clasificándolos, utilizando como referencia las fotografías recogidas en la

norma.

Los resultados obtenidos con la aplicación de esta norma son utilizados para asegurar la conformidad de la lechada o microaglomerado en frío para el TAIT, y, con ello, obtener el Marcado CE.

## Control de calidad de lechadas y microaglomerados en frío

El control de calidad se determina sobre la mezcla una vez extendida, evaluando su comportamiento tras ser sometida a la acción del tráfico y transcurrido un periodo de tiempo entre 11 y 13 meses desde su puesta en obra.

Las características que hay que evaluar se pueden dividir en dos grupos:

- Aquellas que muestran la resistencia frente a las solicitaciones del tráfico mediante la evaluación de defectos.

- Las referidas a aspectos relacionados con la seguridad y el confort.

### Evaluación de los defectos

Transcurrido un año desde la puesta en obra de la lechada bituminosa, se procederá a su evaluación a partir de la inspección de un tramo del extendido que sea representativo y cuya dimensión debe ser, al menos, una sección de 100 m para cada carril de la carretera; el resto de la zona que no se elija, o la zona comprendida entre las secciones, se considerará que no presenta defectos en el momento en que se aplica el método.

Sobre esta sección se irán revisando los defectos detectados: primero, mediante una evaluación cualitativa, seguida de una posterior cuantitativa con la medición del tamaño de cada uno de los defectos. Estas mediciones se extrapolan a continuación frente a la superficie total de la sección que se está evaluando.

A partir de aquí, se comparan los defectos detectados con las fotografías recogidas en la norma UNE EN 12274-8 y que corresponden a:

- **Defecto de exudación, incrustación total y roderas:** Aparición de

Informe de evaluación visual cuantitativa					
Cliente:	Contratista				
Referencia del lugar:	Área total del lugar:				m <sup>2</sup>
Referencia de la parte cubierta con lechada bituminosa y fecha de aplicación:					
Tipo de lechada bituminosa					
Datos a tomar	Unidad	Símbolo	Valores medidos		
Referencia de la sección					
Referencia del carril					
Lugar exacto de la inspección					
Anchura media estimada del carril	m	W			
Área estimada de la sección S=100xW	m <sup>2</sup>	S			
Defectos. Áreas y longitudes medidas					
Defectos	Unidad	Símbolo	Valores	Media	Categoría
Exudación, incrustación total y roderas	m <sup>2</sup>	A <sub>1</sub>			
$P_1 = 100 \times A_1 / S$	%	P <sub>1</sub>			
Delimitación, pérdida de gravilla, desgaste separación de la junta entre carriles, roderas y desplazamiento del revestimiento	m <sup>2</sup>	A <sub>2</sub>			
$P_2 = 100 \times A_2 / S$	%	P <sub>2</sub>			
Ondulaciones, resaltes y arrugas	m <sup>2</sup>	A <sub>2</sub>			
$P_3 = 100 \times A_3 / S$	%	P <sub>3</sub>			
Defectos pequeños y repetitivos	m <sup>2</sup>	A <sub>4</sub>			
Número de rectángulos con defectos	nº				
$P_4 = 100 \times A_4 / S$	%	P <sub>4</sub>			
Ranuras longitudinales (marcas de rayas)	m	L			

Tabla 1. Informe de evaluación visual cuantitativa.

ligante libre en la superficie.

- **Delimitación:** Separación de la lechada bituminosa o microaglomerado en frío con respecto a la calzada subyacente, o con respecto a una capa inferior, en el caso de lechadas multicapas.

- **Desgaste y pérdida de lechada:** Pérdida de masa de material.

- **Corrugación:** Ondulaciones transversales espaciadas más o menos irregularmente.

- **Pérdida de gravilla:** Debido a la acción del tráfico rodado antes de que la lechada o microaglomerado en frío haya adquirido suficiente resistencia, o debido a que el árido se desprende del ligante.

- **Resalte:** Zona sobre elevada transversal o longitudinal.

- **Defectos pequeños repetitivos o grupos de defectos pequeños:** Defectos de menos de 1 m<sup>2</sup> y mayores de 10 D<sup>2</sup>, donde D es el tamaño máximo del árido de la mezcla bituminosa objeto de la evaluación visual.

- **Ranuras longitudinales:** Marcas paralelas al sentido de extensión que alcanzan hasta el nivel inferior de la capa de lechada o microaglomerado

en frío.

En el proceso de inspección se registrarán todos los datos que aporten la información necesaria sobre el estado de la superficie.

Para ello, en la norma UNE EN 12274-8 se recoge un modelo de formato en el que se especifica todos los datos necesarios para describir de una manera, lo más completa posible, tanto las características de la vía como los tipos y tamaño de cada uno de los defectos que se hayan observado. Este modelo de formato se recoge en la *tabla 1*.

Durante la inspección se anotarán solamente los defectos que existan en el tramo que se está realizando la inspección.

Cuando exista un defecto repetitivo, se tomará nota de todos ellos, y, posteriormente, se realizará una media. Este valor obtenido, como un porcentaje o una medida de longitud, corresponderá al valor de los defectos en este tramo. Este valor se comparará con la categoría que se haya designado para una determinada familia y un determinado defecto, y se comprobará si cumple con el requi-

sito establecido o no.

Hay que tener en cuenta que en una familia pueden definirse diferentes categorías para cada uno de los defectos.

### Evaluación de la seguridad y el confort

El control de calidad del comportamiento de la mezcla frente a la seguridad y el confort se determina mediante la comprobación de:

- Las características de la superficie.
- Las características de los materiales.

Estas comprobaciones se evalúan mediante la medida de la macrotextura y de la generación del ruido según la norma UNE EN 13036-1.

Por otro lado, se determina la calidad de los materiales que, para los áridos, mediante la resistencia al pulimento; y, para la emulsión, se comprueba su comportamiento frente a la cohesión con el árido.

### Definición de categorías

Para la definición de las características que se deben exigir a los diferentes tipos de mezclas, se recoge, en la norma UNE EN 12273, una serie de valores, en función de la categoría en la que se ha clasificado la lechada o el microaglomerado en frío. Dichos valores son los que se deben cumplir y son la referencia para asegurar que el producto cumple con los requisitos especificados.

Estas características se basan principalmente en el comportamiento que experimentará la lechada o microaglomerado en frío, una vez extendida y transcurrido un plazo de tiempo determinado, tras ser sometida a las solicitudes del tráfico.

De los datos obtenidos, en la medida de cada uno de los requisitos técnicos para las diferentes familias, se procederá a su clasificación dentro de una serie de "categorías".

Para esta clasificación es importante ser coherentes a la hora de definirla, de manera que no existan combinaciones incompatibles entre ellas. Por ejemplo, designar una categoría 4

Características de lechadas asfálticas exigidas por mandato			Categorías					
Requisitos técnicos	Referencia	Unidad	0	1	2	3	4	5
Evaluación visual de defectos								
P1 - Exudación	EN 12274-8	%	NPD	≤ 8	≤ 2	≤ 0,5	≤ 0,2	
P2 - Delaminación, pérdida de árido, separación de juntas, roderas	EN 12274-8	%	NPD	≤ 8	≤ 2	≤ 0,5	≤ 0,2	
P3 - Corrugación	EN 12274-8	%	NPD	≤ 8	≤ 2	≤ 0,5	≤ 0,2	
P4 - Grupos de pequeños defectos repetitivos	EN 12274-8	%	NPD	≤ 20	≤ 5	≤ 1	≤ 0,2	
L - Marcas longitudinales	EN 12274-8	m	NPD	≤ 20	≤ 10	≤ 5	≤ 1	
Características de la superficie								
Macrotextura	EN 13036-1	mm	NPD	≥ 0,2	≥ 0,4	≥ 0,6	≥ 0,8	≥ 1
Generación de ruido macrotextura	EN 13036-1	mm	Máximo valor declarado					
Materiales constituyentes								
Emulsión - Cohesión del ligante	EN 13808		De acuerdo con las clases de EN 13808					
Árido - Coeficiente de pulimento acelerado	EN 13043		De acuerdo con las clases de EN 13043					
Árido - Resistencia al desgaste por Micro Deval	EN 13043		De acuerdo con las clases de EN 13043					
Árido - Resistencia al desgaste por abrasión de neumáticos calveteados	EN 13043		De acuerdo con las clases de EN 13043					
Tipo de lechada asfáltica			Tipo declarado que debe incluir el tamaño máximo de los áridos y tipo de ligante					

Tabla 2. Categorías de prestaciones.

para "macrotextura" y una categoría 1 para "defecto de exudación".

Los requisitos técnicos solicitados, así como las diferentes categorías, se encuentran descritos en la *tabla 2*.

### Proceso de marcado

El proceso que se ha de llevar a cabo para el Marcado CE de una lechada bituminosa o microaglomerado en frío se divide en las siguientes etapas, todas ellas desarrolladas en base a un sistema de gestión de la calidad:

- **Evaluación del tramo donde se va a realizar el extendido de la lechada bituminosa o en microaglomerado en frío.**

Esta etapa se inicia después de ser aprobada, con el cliente, la realización de los trabajos. Las actividades que se deben realizar corresponden a una inspección de todo el tramo de extendido para evaluar el tipo de lechada o microaglomerado en frío más apropiada (teniendo en cuenta las familias definidas) según el uso previsto, y los posibles defectos que presente la superficie que de-

berán ser rehabilitados antes del extendido.

- **Diseño de la lechada bituminosa o microaglomerado en frío.**

Esta actividad se realiza para evaluar los materiales utilizados y comprobar el comportamiento de la lechada o microaglomerado en frío, con la aplicación de diferentes métodos de ensayo de las normas UNE EN 12274. Los resultados obtenidos serán documentados y son una referencia del posible comportamiento de la lechada o microaglomerado en frío frente a la abrasión y a la cohesión. Las características del producto, con la aplicación de los métodos de ensayo, deben cumplir los requisitos especificados en el artículo 540 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (PG-3).

- **Fabricación y extensión de la lechada bituminosa o microaglomerado en frío.**

El proceso de fabricación y extensión de la lechada o microaglomerado en frío comienza con la comprobación de:

- La ubicación de los materiales en la zona de obra.



Máquina para la extensión de la lechada bituminosa o microaglomerado en frío.

■ El estado de los equipos de extendido.

- La cualificación del personal.
- La limpieza de la superficie.
- Las condiciones meteorológicas.

Durante la extensión, se determinará el rendimiento del proceso de fabricación a partir de la velocidad de aplicación.

El proceso de extendido se realizará cuidando en todo momento que la superficie quede homogénea, procurando evitar la formación de defectos posteriores.

### • Evaluación de defectos

Transcurrido un año, desde la extensión de la lechada bituminosa o microaglomerado en frío, se procederá a la evaluación de un tramo seleccionado de 100 m de todo el extendido. Aquí se identificarán los posibles defectos, según la clasificación recogida en la norma UNE EN 12274-8. Éstos serán cuantificados y valorados con respecto a la superficie total del tramo inspeccionado. Los resultados serán documentados y corresponderá al Ensayo Inicial de Tipo designando una serie de categorías que corresponderán a las especificaciones a declarar. Este proceso será realizado por el fabricante.

### Declaración de conformidad

La conformidad con los requisitos especificados en la norma UNE EN

12273 se obtiene tras la inspección, de una tercera parte (Organismo Notificado), de todos los documentos desarrollados durante el proceso de fabricación y extensión, incluyendo:

- Disponer de un sistema de gestión de la calidad.
- Registro de los resultados obtenidos en el proceso de diseño.
- Los resultados del TAIT.
- La definición de las categorías para los diferentes requisitos técnicos.

Tras la comprobación de todos los registros, el Organismo Notificado será quien conceda la certificación del Mercado CE.

Este proceso se llevará a cabo para las diferentes familias que se definen de lechadas bituminosas y microaglomerados en frío.

### Conclusiones

Como se ha podido comprobar en el proceso de Mercado CE de lechadas y microaglomerados en frío, es importante y necesaria la aplicación de una sistemática de control de calidad que evalúe las propiedades de los productos para asegurar su buen comportamiento, y, a su vez, poder definir y declarar sus características prestacionales.

Los métodos de ensayo empleados para la evaluación de las características son semejantes a los que se han

utilizado hasta el momento en España, con la excepción de la aplicación de una normativa que especifica cómo proceder a realizar la inspección y evaluación del comportamiento de la mezcla transcurrido un periodo de tiempo de un año desde su aplicación en obra.

Por todo ello, el control de calidad de los productos lo que más requiere es un esfuerzo en cuanto a la familiarización y adquisición de experiencia en la evaluación de los defectos que puedan presentar en la superficie de la vía tras ser sometida a la acción del tráfico y del tiempo.

En cuanto al proceso de Mercado CE, es importante conocer qué es responsabilidad del fabricante y que uno de los aspectos fundamentales es la evaluación de los defectos, ya que es ésta la propiedad en la que se basa la declaración de las características de la lechada y microaglomerados en frío.

### Referencias bibliográficas

1. NORMA UNE EN 12274-1: Toma de muestras para la extracción del ligante.
2. NORMA UNE EN 12274-2: Determinación del contenido de ligante residual.
3. NORMA UNE EN 12274-3: Consistencia.
4. NORMA UNE EN 12274-4: Determinación de la cohesión de la mezcla.
5. NORMA UNE EN 12274-5: Determinación del desgaste.
6. NORMA UNE EN 12274-6: Velocidad de aplicación.
7. NORMA UNE EN 12274-7: Ensayo de abrasión por agitación.
8. NORMA UNE EN 12274-8: Lechadas Bituminosas. Métodos de Ensayo. Parte 8: Evaluación visual de defectos.
9. NORMA EN 12273: Lechadas bituminosas. Especificaciones.
10. Pavimentos bituminosos en frío. J. A. Fernández del Campo.
11. *Les émulsions de bitumen*. USIRF. *Routes de France*. ■



# Energía Portátil Industrial y Sistemas de Tráfico

Crear nos ha hecho Crecer

Parece que fue ayer... pero en Cegasa ya llevamos más de 25 años dedicados a la señalización vial y el control de tráfico.

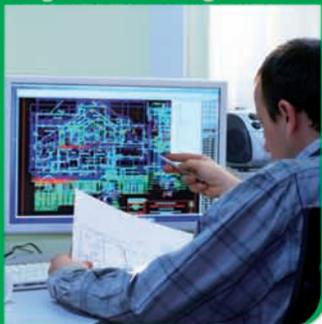
Afortunadamente, mantenemos clientes fieles desde el primer día. Clientes que han creído en nuestro trabajo tanto o más que nosotros mismos y que gracias a su

confianza nos hemos proyectado mucho más lejos de lo que en su día pudimos imaginar.

Las principales empresas privadas y administraciones públicas del país conocen perfectamente la calidad de los productos CEGASA.

A todos ellos, GRACIAS por creer en Cegasa.

## Ingeniería Energética



## Energías Renovables



## Pilas Industriales



## Baterías Secundarias

VRLA · LITIO-ION



Con el fin de proporcionar un mayor y mejor servicio hemos decidido seguir creciendo.

La nueva **DIVISIÓN** de Cegasa centra su actividad en **LA ENERGÍA PORTÁTIL INDUSTRIAL y LOS SISTEMAS DE TRÁFICO**, y nace con el objetivo dar respuesta a todas y cada una de las necesidades surgidas en nuestros clientes.

El factor humano que compone la división se encuentra distribuido en los departamentos de ingeniería, compras y comercial. Todos ellos suman sus esfuerzos para aportar **SOLUCIONES PERSONALIZADAS**, siempre enfocadas a la atención al cliente y optimizando al máximo los recursos destinados a cada proyecto.

Estas son nuestras dos grandes áreas de trabajo:

## ENERGÍA PORTÁTIL INDUSTRIAL

- **Ingeniería Energética.** Soluciones a medida para aplicaciones en entornos aislados.
- **Energías Renovables.** Energía verde y respetuosa con el medio ambiente (solar, **pila hidrógeno**, pila metanol, sistemas híbridos).
- **Pilas Industriales.** Tecnología Air Alkaline, máxima energía en el menor espacio (Pilas señalización, parquímetros, etc...).
- **Baterías Secundarias.** Acumuladores recargables para aplicaciones de consumo cíclico y Stand-By (VRLA, GEL, LITIO-ION, BATTERY PACKS).

## SISTEMAS DE TRÁFICO

- **ITS.** Sistemas para el control de tráfico con aplicaciones adecuadas a cada cliente (Radares, aforadores, semáforos foto-rojo, etc...).
- **Sistemas de Protección Vial.** Máxima seguridad para cualquier usuario de la vía (Sistemas de protección para motoristas y distintos absorbedores de impactos).
- **Señalización Vial.** Los sistemas más punteros para la correcta señalización de cualquier trabajo en carretera (Remolques, balizamiento, luminarias, PMVs, etc...).
- **Servicio de Señalización Integral y Alquiler.** Señalización personalizada y profesional de obras (servicio integral, alquiler, mantenimiento de señalización).

## Sistemas de ITS



## Sist. Protección Vial



## Señalización Vial



## Servicio de Señalización Integral y Alquiler



**CEGASA INTERNACIONAL**

Artapadura 11 · 01013 Vitoria-Gasteiz · España  
TELÉFONO DE ATENCIÓN AL CLIENTE 902 322 232  
info@grupocegas.com · pedidos@grupocegas.com  
www.cegas.com



# Técnicas de prefisuración

Carlos Centeno Ferruelo, ICCP.  
Ingeniería de Trazados  
y Explanaciones (INTEF, S.L.)

## Resumen

**E**n España se viene utilizando las capas de suelo estabilizadas con cemento en subbases siendo escasa las obras en las que se utilizan bases de gravacemento, por la aparición de grietas en superficie, como consecuencia de la reflexión en la capa de rodadura de la fisuración de retracción que se produce en estas capas. Con una adecuada técnica de prefisuración es posible limitar las consecuencias perjudiciales de la fisuración de retracción, lo que conlleva la posibilidad de utilizar las capas de gravacemento en subbase, incluso gravas cemento de altas prestaciones, lo que permitiría pensar en capas asfálticas de menor espesor.

En este artículo se hace una exposición de las técnicas existentes y las empleadas en España, analizando los resultados y llegando a la conclusión

de que se hace necesario, que la maquinaria a utilizar para realizar la prefisuración fuera objeto de una validación a través de un informe técnico emitido por un organismo o asociación acreditada, de forma similar a como se realiza en Francia.

**Palabras clave:** Transferencia de carga, CRAFT, OLIVIA, JOINT-ACTIF, Quad Prefisurador, informe técnico.

## Reflexión de las fisuras de retracción

La fisuración de retracción de las capas tratadas con cemento es un fenómeno inevitable. Son creadas, por una parte, por la retracción durante la puesta en obra; y, por otra parte, por efecto de cambios volumétricos debidos a gradientes térmicos. Ello conduce a unos desplazamientos horizontales en los bordes de las fisuras.

Estas fisuras, bajo el efecto del tráfico pesado, también tienen unos movimientos verticales, que son los más agresivos de cara a la reflexión de la fisura en la superficie. Es pues, en las

estructuras sometidas a una elevada frecuencia de solicitaciones de carga, donde la fisuración transversal puede conllevar a desórdenes estructurales graves.

Muy a menudo, cuando las normas de ejecución se han cumplido, las grietas son finas, y, cuando aparecen en la superficie de la carretera, se aceptan como una evolución normal de los trabajos.

La presencia de grietas en la subbase o base de la calzada, y su transmisión a la capa de rodadura, tiene unas consecuencias directas e indirectas sobre el comportamiento general de la calzada.

Las consecuencias directas de la fisuración y su influencia, en el período de vida de la estructura del pavimento, se han tenido en cuenta en los catálogos y en los métodos de diseño. Desde esta perspectiva, una fisuración normal es admisible en los firmes semiflexibles.

Por el contrario, los aspectos indirectos relacionados con la aparición de las fisuras en superficie están menos

dominados, y es en ellos donde se centran las preocupaciones de las Administraciones, sobre todo para el tráfico importante: la evolución de las fisuras y su sellado, pueden producir una incomodidad en los usuarios. Del mismo modo, un sellado mal realizado puede entrañar una degradación de la estética de la capa de rodadura.

Las fisuras de la superficie del firme, producidas por la reflexión de fisuras de retracción de las capas tratadas con cemento, se caracterizan por ser sensiblemente rectilíneas, perpendiculares al eje de la calzada y regularmente espaciadas. En ocasiones pueden aparecer también grietas longitudinales al eje de la calzada hacia la mitad de su anchura.

Cuando se permite la libre fisuración en estas capas sin realizar prefisuración, el espaciamiento entre las fisuras suele variar entre los 3 y los 20 m dependiendo de la naturaleza de los materiales, la dosificación de conglomerante y las condiciones climáticas (variaciones estacionales de temperatura, que dan lugar a movimientos horizontales, como consecuencia de los acortamientos y alargamientos experimentados por las losas y variaciones diarias de temperatura, producidas entre el día y la noche, que dan lugar a la existencia de gradientes térmicos en las losas que pueden provocar su deformación por combado). La abertura de los labios de las fisuras es, inicialmente, muy pequeña, pudiendo evolucionar con rapidez en función de la intensidad del tráfico, de las variaciones térmicas en la zona, y de la naturaleza de la mezcla bituminosa del pavimento.

Por tanto, se hace imprescindible estudiar procesos para limitar la reflexión de estas fisuras a la superficie y evitar, de esta manera, los trabajos de sellado.

Para limitar las consecuencias perjudiciales de la fisuración de retracción de las capas tratadas con cemento, se puede actuar a diferentes niveles:

- Limitando la fisuración de las capas tratadas con cemento.
- Retrasando o impidiendo la reflexión de las fisuras a través de las

capas de mezclas bituminosas a la rodadura.

c) Tratando las fisuras aparecidas en superficie (sellándolas) y evitando la degradación de la capa de rodadura en su entorno.

Tratamos solamente el proceso descrito en el apartado b) de retrasar o impedir la reflexión de las fisuras.

Podemos considerar dos grandes familias de procesos utilizables solos o combinados

■ La prefisuración que tiene por objetivo dirigir el proceso de fisuración y obtener unas fisuras lo más limpias y finas posibles

■ Disponer capas superiores específicas antifisuras lo que contribuye a frenar la reflexión de la fisuración impidiendo su aparición en superficie.

diseño, pero, a día de hoy, el cálculo no está desarrollado convenientemente, por lo que debe ser objeto de investigación. La prefisuración en ningún caso debe conducir a una disminución del dimensionamiento de la capa de mezclas bituminosas.

### Descripción de las técnicas de prefisuración

La prefisuración consiste en la creación de discontinuidades transversales, a la hora de ejecutar la puesta en obra de los materiales, introduciendo una discontinuidad en la capas tratada con cemento, que posteriormente se transforman en fisuras finas. Esto crea en la superficie una ruta de acceso preferencial para evitar fisuras de difusión incontrolada. El objetivo es

Serrado Prefisuración

#### Técnica

Creación en el material compactado o no, de una discontinuidad ejecutada o no, con emulsión, arena, o perfil. La discontinuidad se transforma posteriormente en fisuras.

Creación por serrado de las primeras fisuras, después de la puesta en obra del material, pero antes de su retracción hidráulica.

#### Resultados

Los trabajos realizados muestran la creación de fisuras al nivel de la discontinuidad. Estas fisuras son rectilíneas. Si las discontinuidades se ejecutan cada 3 m, y la capa está adherida a la capa soporte las fisuras, son finas.

Muy favorable en trabajos sobre hormigón compactado, que es donde el proceso ha sido experimentado.

El control de las fisuras ofrece la posibilidad de utilizar materiales más resistentes, gravas cementos de altas prestaciones, lo que podría permitir reducir el espesor de mezclas bituminosas.



Fisura transversal reflejada en superficie.

limitar la gravedad de las fisuras reflejadas en la superficie con grietas finas que requieren poco o ningún mantenimiento.

La prefisuración cada 2 ó 3 metros, según las técnicas, fue diseñada para mantener un buen engranaje en el material, y, por lo tanto, una transferencia de carga satisfactoria limitando el riesgo de los movimientos verticales. Las discontinuidades creadas se pueden agrupar en dos familias:

Se admite que las fisuras más finas permiten un mejor engranaje del material, que podría conducir a reducir los espesores de las capas de

■ Surcos que abarcan menos de la mitad del espesor de la capa, (normalmente entre 1/3 y 1/4 de su espesor), realizadas en fresco o por se-

rrado del material endurecido.

■ Surcos que abarcan la práctica totalidad del espesor de la capas, realizadas en fresco, y en las que se introduce algún elemento en el surco realizado que impida el fraguado conjunto de ambos lados de la junta formada.

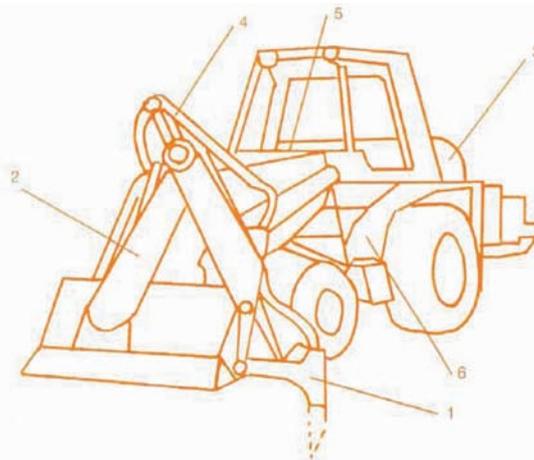
En las discontinuidades realizadas por serrado se pueden provocar deterioros en los labios de las juntas si el material no presenta la suficiente resistencia. Esto obligó, en general, a esperar un cierto plazo para poder proceder al serrado de la capa, lo que puede causar la fisuración incontrolada del material. Además, el serrado de juntas puede producir una pérdida significativa de transferencia de cargas entre bordes.

El sistema de prefisuración en fresco a espesor parcial, sin inclusión de elemento alguno, plantea la duda de si las discontinuidades se cerrarán tras el paso de los rodillos, y de si, aún sin cerrarse, el debilitamiento será suficiente para que se forme la junta en todas ellas.

Para evitar este problema, se recomienda prefisurar en fresco un espesor importante de la capa, incorporando en el surco formado algún elemento que evite la adherencia entre los labios de la fisura, y asegure un debilitamiento real de la junta realizada (emulsión bituminosa, láminas de plástico flexible o perfiles ondulados de plástico rígido).

Actualmente, la técnica más eficiente, para impedir que se produzca la reflexión de fisuras de la base tratada en las capas de mezcla bituminosa, es la formación de juntas en fresco a distancias cortas de unos 3 m (2 a 4 m), lo que permite disminuir de forma drástica los movimientos horizontales y verticales de las fisuras. No se recomienda la creación de juntas por serrado en el material endurecido. Por su mayor eficacia, sencillez y economía se recomienda la ejecución de juntas profundas en fresco.

Se han desarrollado equipos de gran potencia, con los que se realiza un corte que afecta a una gran parte del espesor de la capa (más del 50%)



- 1.- Útil de corte.
- 2.- Brazo articulado.
- 3.- Depósito de emulsión.
- 4.- Central hidráulica.
- 5.- Control automático.
- 6.- Máquina soporte.

Incluye pues un brazo manipulador para guiar al útil de corte asociado a equipos adicionales, de reserva de la emulsión, central hidráulica, compresor y un grupo electrógeno.

o a su totalidad, aun en el caso de que ésta tenga una cierta precompactación, y que, al mismo tiempo, efectúan algún tipo de tratamiento, para evitar que se vuelvan a adherir las caras de la junta.

Entre los equipos para realizar juntas en fresco se pueden mencionar los cuatro siguientes:

- Equipo CRAFT.
- Equipo OLIVIA.
- Equipo de JOINT-ACTIF.
- Otros equipos.
- Equipos manuales.

### **"CRAFT"**

El proceso **"CRAFT"** (Creación Automática de Fisuras Transversales) fue desarrollado por Empresa *Cochery Bourdin et Chaussé* (en la actualidad Eurovia), asociado con el *Réseau Technique du Ministère de l'Équipement*. El proceso, que hoy es del dominio público y puede ser utilizado por todas las empresas, ha sido objeto de un *avis technique* del *Comité Français pour les Techniques Routières* n° 70, de julio 1993, y del n° 141 en febrero de 2004.

El sistema CRAFT es un método automático que realiza a la vez el corte e introduce una emulsión bituminosa catiónica de rotura rápida en la junta.

### **Elementos**

El sistema consta del elemento de corte e introducción de la emulsión, un brazo articulado al que está unido el elemento de corte y el depósito y la bomba de la emulsión. El brazo articulado está instalado en una máquina mixta que avanza sobre la superficie del suelocemento.

El proceso utiliza unos medios mecánicos específicos, pero simples, con un dispositivo de prefisuración instalado en la parte frontal de una máquina tipo tractor.

### **Funcionamiento**

La originalidad del proceso es el siguiente:

- En la creación, a intervalos regulares (cada 3 m) y antes de la compactación final, de un surco transversal en la capa de suelocemento o gravacemento.
- En la protección con un producto bituminoso en este surco, temporal-

mente abierto.

– En el cierre de este surco en el momento de la compactación.

La máquina CRAFT funciona de la siguiente manera:

El equipo consta de tres partes diferenciadas, cada una de las cuales tiene una función específica:

– Un elemento de corte, que abre el surco en todo o gran parte del espesor de la capa e inyecta una emulsión. Consta de una doble cuchilla dotada de un vibrador para facilitar la penetración, por cuya parte trasera se realiza la alimentación de la emulsión.



– Un brazo articulado, que introduce el elemento de corte en la capa y le desplaza a velocidad constante en todo el ancho de trabajo. A través de un circuito hidráulico, se le proporciona la potencia requerida.

– Un depósito de emulsión, revestido con un aislamiento, que puede ser calentado y regulado para mantener aquélla a temperatura constante. Una bomba realiza el suministro de emulsión al elemento de corte.



Se trata de un equipo que, al mismo tiempo que realiza la entalla, vierte emulsión en las paredes de la misma. Estas operaciones se llevan a cabo de forma automática mediante un sistema electrónico programable.

La máquina realiza las fisuras antes de la compactación, posicionando la cuchilla en un extremo, introduciéndola en la capa y avanzando hacia el otro extremo. El útil de corte es una cu-

chilla hueca por la que se introduce la emulsión mediante un inyector. El corte realizado es de 30 cm en un ancho de 5 m, lo que obliga a trabajar por bandas en anchos superiores.

La separación de la discontinuidad es, generalmente, de 3 m;

Actualmente hay dos equipos disponibles en España.

### Emulsión

El producto bituminoso es una emulsión asfáltica catiónica de ruptura rápida de la misma naturaleza que la utilizada en la capa de curado utilizada en estos materiales.

La emulsión desempeña un doble papel:

– Su fase acuosa de pH bajo crea un área de menor resistencia, favoreciendo la localización de las fisuras de contracción.

– Su fase bituminosa crea una discontinuidad permanente y permite una prelocalización precisa de la fisura.

Por otra parte, en el entorno de la discontinuidad, la fase bituminosa contribuye a disminuir la sensibilidad del material con al agua y a la abrasión.

La emulsión que se introduce en la junta tiene un doble objetivo: por un lado, mediante el agua de la emulsión se retrasa el fraguado y aumenta la relación agua/cemento, por lo que se debilita la sección favoreciendo la aparición de la fisura.

La máquina CRAFT inyecta entre 1,7 y 2 litros de emulsión por m<sup>2</sup> de surco. Esta cantidad se ha verificado en un gran número de ensayos realizados.

Esta dosificación no es controlable, pero es fácilmente verificable por el consumo de emulsión con relación a la longitud y la profundidad de los cortes realizados. La película de betún interpuesto en capa puede estimarse entre el 1, 7 y 2 mm de espesor y su presencia puede ser constatada con una extracción de muestras en dicha prefisuración.

### Integración en la obra

El interés del procedimiento radica en realizarlo sobre el material, simplemente extendido y nivelado, incluso detrás de máquina. El esfuerzo mecánico necesario para la apertura del sur-

co es entonces débil. Las operaciones de compactación y de nivelación no se han alterado y la calidad de la superficie de la capa se conserva.

El tipo de máquina le permite integrarse en el tajo, sin perturbar el funcionamiento de las máquinas de extendido o de compactación. La duración de un ciclo completo de trabajo es de 30 segundos: este tiempo comprende el desplazamiento de la máquina por su conductor hacia un surco situado a unos 3 m del anterior y la prefisuración a lo largo de la longitud del surco.

La duración de un ciclo de trabajo, desde que la máquina inicia el corte del surco hasta que se coloca sobre el siguiente, es inferior a 30 segundos.

Su alto rendimiento permite adaptarlo perfectamente al ritmo de puesta en obra, tanto en extendidos en ancho completo como por semianchos, sin provocar retrasos en la ejecución.

Dada la operatividad y eficacia de este equipo, está especialmente indicado para a ejecución de juntas transversales de contracción en capas de base tratadas. Además, sus dimensiones le permiten trabajar cómodamente por bandas, por lo que su empleo en obras bajo tráfico (refuerzos, ensanches, reciclados *in situ*) no plantea ningún tipo de problema.

Actualmente existen dos tipos de equipos con anchos de trabajo de 3,5 m y 5 m y consumos de emulsión de 0,5 t/h y 1 t/h, y capacidad de depósito de 500 l y 1000 l, respectivamente. Dado su alto rendimiento (una junta cada treinta segundos aproximadamente), se pueden integrar en general en cualquier obra sin provocar retrasos.

### Control de su funcionamiento

*Con carácter previo:*

a) *Al comienzo de los trabajos.*

– Prever un punto de suministro diario de emulsión a una temperatura superior a 70 °C.

– Definir el modo de actuación de la máquina CRAFT.

– Ajustar la profundidad de la prefisuración.

– Definir el intervalo entre surcos.

## b) En curso de la obra

– A primeras horas de la mañana, cargar la emulsión en la cuba del CRAFT.

- Extender la capa de material tratado con cemento.
- Prefigurar.
- Compactar.
- Efectuar el reperfilado final.
- Compactar definitivamente.

Al final de la jornada, vaciar la cuba de emulsión de la máquina CRAFT.

Se considera que una muesca de profundidad de 1/3 del grosor de la capa, es suficiente para localizar una fisura de retracción.

### Resultado

La reflexión de las fisuras, que se realiza a través de las capas de mezcla bituminosa, es a menor velocidad, por lo que la aparición de estas fisuras en la superficie se retrasa, el aglomerado se degrada menos alrededor de ellas que cuando se ejecuta esta unidad sin prefisuración, y su mantenimiento específico generalmente es limitado.

La discontinuidad creada en la capa cada 3 m, por lo general, no se observa en la superficie. La distancia observada entre fisuras es menor que la obtenida sin prefisuración.

En algunos sitios, cuando el proceso CRAFT no permite evitar una evolución desfavorable de la fisuración, que es similar al de las secciones de control sin prefisurar, se ve que han sido afectadas por otros defectos de origen estructural poniendo de manifiesto las deficiencias de diseño o de ejecución, por lo que la prefisuración no ha hecho efecto. En particular, la prefisuración no puede conducir a reducir el espesor de las capas de mezcla bituminosa.

Cuando este procedimiento es asociado a un dispositivo para limitar la reflexión de las grietas como un geotextil impregnado, se mejora la eficacia, pero, si se utiliza el geotextil sin prefisuración, la eficacia del sistema no mejora.

El proceso no justifica un cambio en la fórmula de trabajo, pero el plazo de manejabilidad debe tener en cuenta este alargamiento del tajo.

La eficacia de la técnica CRAFT se ha comprobado en algunas obras con la extracción de testigos en la vertical de la zona prefisurada, dándose algunos de los siguientes tres casos:

- La superficie de rodadura tiene una grieta visible en la superficie.
- La superficie de rodadura no presenta grietas en la superficie, pero hay una primera grieta que se aprecia en la base de rodadura.

– La capa de rodadura no está agrietada. En este caso, la extracción de testigos de prueba no puede decir si la prefisuración, como en los otros dos casos, conduce a una grieta de retracción activa.

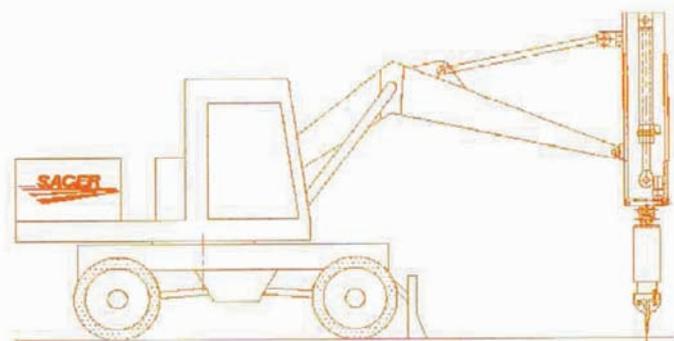
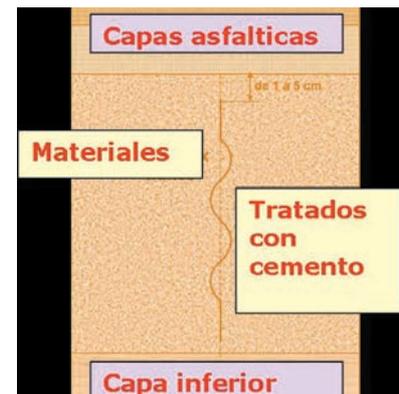
Cada vez que en una obra prefisurada con equipos Craft, se ha comparado con zonas en las cuales no se ha realizado prefisuración, se ha constatado que:

– La aparición de fisuras transversales en la zona sin prefisurar se produce antes de haberse visto sobre las zonas prefisuradas.

– Sobre las zonas tratadas con CRAFT, se tiene una ausencia de grietas o éstas son finas y están la misma vertical de la prefisuración.

### JOINT-ACTIF

Este sistema es patentado por Setec Géotechnique y utilizado por la Empresa Sacer, filial del Grupo Colas. El ha sido objeto de un *avis technique* por el *Comité Français pour les Techniques Routières* nº 140, de noviembre de 2003. Se trata de establecer, antes de la compactación, una discontinuidad transversal en la capa tratada mediante la inserción de una junta de plástico de forma sinusoidal, por vibro-presión. El cierre de la discontinuidad de acceso es realizado por otra máquina, diseñada específicamente para ello. La separación entre discontinuidades es, generalmente, de 2 m.



## Elementos

Consta de un instrumento de apertura del surco por vibro-presión (máquina de segunda generación), montada en una pala hidráulica sobre neumáticos que garantiza el transporte, el posicionamiento y le facilita la energía hidráulica necesaria. La pala lleva también en la parte delantera de su chásis una zona de almacenamiento de juntas.

Las funciones de traslación entre dos líneas de juntas, la rotación de una parte a la otra del eje de la calzada para colocar las uniones sobre un mismo perfil en toda su longitud, el descenso y la recuperación del útil de corte, son normalmente gestionadas automáticamente por un mando, pero la posibilidad de un manejo manual de estas funciones se ha conservado.



Una herramienta para el cierre del surco es actualmente llevada por un tractor. Este instrumento está constituido por dos peines que, colocados de una y otra parte de la junta y animados de un movimiento alternativo, acaban de cerrar el surco aplicando el material contra el de la junta. El tractor asegura el transporte de la herramienta, su posición y el movimiento alternativo de los peines.

## Funcionamiento

La originalidad del proceso es la siguiente:

- La creación, antes de la com-

pactación y a intervalos regulares (la amplitud que depende de la naturaleza mineralógica del material), de un surco transversal en la capa de material tratado.

- La colocación en el surco de un perfil de plástico rígido de forma sinusoidal, de espesor y tamaño variable.
- El cierre del surco, antes de la compactación, para garantizar la regularidad del perfil.

El equipo de juntas activas realiza un surco en todo el espesor de la capa, una vez extendido, y, tras haber sufrido una ligera compactación, introduce en él un perfil ondulado de plástico rígido.

Cada elemento de junta tiene una longitud de 2 m y se sitúa en el eje de cada carril, transversalmente al mismo y en posición vertical. Su altura es del orden de los 2/3 del espesor de la capa, y se coloca apoyado en el fondo de la misma, de forma que quede, al menos, a 5 cm de la superficie para no perturbar el resto de las operaciones de compactación y refinado. Su forma ondulada permite obtener una adecuada transmisión de cargas entre los labios de las juntas, incluso en materiales que no poseen un esqueleto granular con elementos gruesos, como es el caso, por ejemplo, de una arenacemento. El cierre de los surcos es asegurado por el tractor equipado de los peines.



Testigo extraído de una junta con el sistema de juntas activas.



## Materiales

Los perfiles tienen un espesor de 0,7 a 1,0 mm, una longitud máxima de 2,90 m y la altura varía entre 16 y 24 cm. Esta función del espesor final de la capa de material tratado ( $H_{\text{junta}} < H_{\text{Capa}}$ ).

Dos tipos de perfiles están disponibles:

- Perfiles con cuatro ondulaciones de 4 cm.
- Perfiles con tres ondulaciones de 4 cm.

Los dos tipos incluyen, en ambos lados de las ondulaciones, tramos rectos entre 2 y 4 cm.

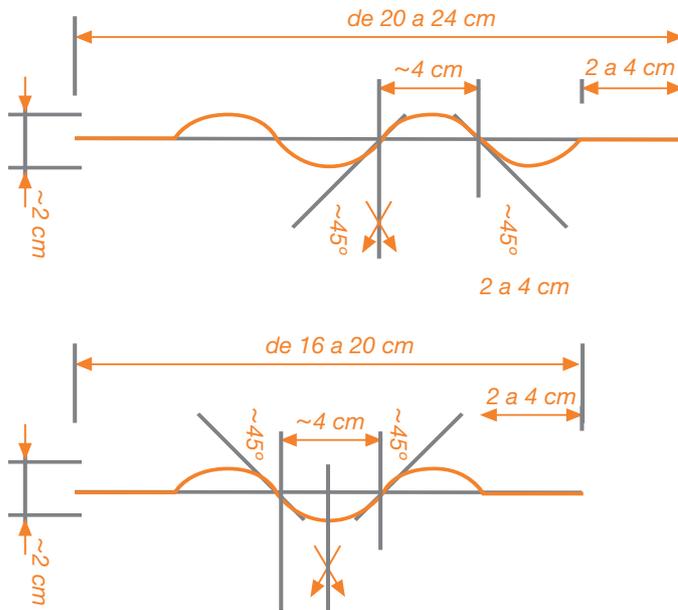
(Imagen superior de la siguiente página).

El objetivo de la forma ondulada es transmitir cargas entre las paredes de las juntas. Este sistema está diseñado para que exista una adecuada transmisión de esfuerzos entre las paredes de la junta con materiales que no poseen un esqueleto grueso.

## Integración en la obra

Después de la colocación de las juntas, durante el plazo de manejabilidad del material se suceden:

- El reperfilado de la capa superficial (lecho).
- La compactación.
- El reperfilado final y la compactación definitiva.



Sobre obras realizadas después de 1996, en Francia, se ha comprobado que la utilización del procedimiento no disminuye sensiblemente el tiempo de puesta en obra. Su incidencia, simplemente, es un alargamiento de la puesta en ejecución de 30 minutos máximo (plazo más largo entre la llegada del material sobre la obra y el fin de la compactación). Conviene pues verificar, sobre todo para trabajos en tiempo caluroso, que el plazo necesario entre la fabricación del material tratado y el fin de la compactación (transporte del material, las operaciones de extendido y de prefisuración) permanece inferior a su plazo de manejabilidad.

### Control de su funcionamiento

Con carácter previo:

- Marcado del eje para posicionamiento de la máquina.
- Adaptación automática del útil de vibro-presión (profundidad del surco y altura del perfil).

El ciclo para la colocación de una línea con dos juntas sería:

- 1) Posicionamiento de la pala portadora del útil en el eje de la calzada (traslado de 2 a 3 m en relación a la posición anterior).
- 2) Posicionamiento del brazo de la pala para la primera junta.
- 3) Bajada de útil al contacto del material.
- 4) Apertura del surco por vibro-presión.

- 5) Ascenso de útil.
- 6) Inserción de la junta.
- 7) Posicionamiento del brazo sobre la segunda junta del perfil.
- 8) Repetición de las fases 3 - 6.

### Resultados

Las fisuras creadas suelen ser muy delgadas y rectas, y su reflexión en superficie se retrasan.

En la "Guide de conception et de dimensionnement des structures de chaussés", SETRA-LCPC, de 1994, se permite justificar de modo particular el dimensionamiento de las estructuras prefisuradas con dispositivos destinados a la transferencia de cargas en las juntas.

La puesta en ejecución de las Juntas Activas acepta todas las capas de material tratado con cemento, de los definidos en las normas, pero también las mezclas con resistencias bajas, a base de subproductos industriales, materiales de reciclaje, etc.

La presencia de las Juntas Activas no entraña ninguna consecuencia dañosa para la regularidad superficial, y ningún riesgo para el entorno (medio ambiente); y el conjunto de material más junta puede ser reciclado sin dificultad particular.

La compactación de materiales tratados con ligantes hidráulicos, cuyo espesor es superior a 25 cm y que no es común, necesita un estudio cuidadoso del tajo de compactación y de su funcionamiento, para alcanzar

la calidad requerida, particularmente en el fondo de capa. En obras realizadas con medios adaptados de compactación, se obtuvo sin dificultad la calidad requerida (densidad media y densidad de fondo de capa). Los controles indican que, después de la compactación, no hay defecto de compacidad alrededor de las ondulaciones de la junta.

Un análisis de la fisura en superficie de ciertas obras condujo a las conclusiones siguientes:

- Las diferentes obras realizadas no están totalmente exentas de fisuras visibles en la superficie de la calzada, particularmente las realizadas con la máquina de 1ª generación.
- Cuando las fisuras salieron en la superficie, aparecen generalmente finas, rectilíneas y poco degradadas, características que limitan la evolución de las degradaciones a este nivel y en este tiempo.

- En relación a las obras realizadas sin prefisuración, el número de grietas observadas en superficie está dividida, por término medio (aproximadamente), por 5, y su gravedad es más débil.

- Cuando hay una zona testigo sin prefisurar, comprobamos siempre una diferencia en el tiempo, que podemos considerar por lo menos a dos inviernos, entre la reflexión de la fisura con fisuración libre y las zonas equipadas de Juntas Activas.

- Por regla general, el procedimiento Junta Activa no necesita estar asociado con un dispositivo que retarde la reflexión de las fisuras (capas antirremonte).

En conclusión, se trata de una técnica de prefisuración eficaz que retrasa el ascenso de las grietas a la superficie y su nivel de gravedad. No necesita la colocación de una capa o de un dispositivo de interposición y asegura un engranaje duradero de las losas, en un nivel de calidad suficiente durante toda su vida de servicio, sin necesitar de trabajos de conservación prematuros.

La observación de varias obras, después de 6 a 7 inviernos, muestra un nivel débil de fisuración en su-

perficie, con un intervalo medio de 67 m, pero con un reparto sensiblemente igual entre fisuras finas o degradadas. La proporción de las fisuras degradadas en superficie es menor, apareciendo de forma más lenta, grietas finas.

La eficacia de la técnica de Junta Activa para controlar la fisuración y dirigirla se ha constatado en el sentido de:

- El número de grietas transversales que sube en superficie está dividido, por término medio (aproximadamente), por 5, en relación a las obras realizadas sin prefisuración.

- El procedimiento permite obtener, en los materiales tratados con ligantes hidráulicos, que las grietas sean finas y rectilíneas cuando salen a superficie.

- La evolución de estas grietas finas y rectilíneas es menos rápida que cuando se ha ejecutado sin prefisurar.

- La penetración del agua es limitada y, generalmente, un mantenimiento específico (sellado) no es necesario.

A igual espesor de capa de mezcla bituminosa, las ventajas con las que se puede contar en la técnica de Junta Activa interviene, en primer lugar, la reducción de los gastos de mantenimiento asociados a la fisuración de retracción de las capas tratadas con cemento.

Si nos fijamos como objetivos que la reflexión de las fisuras y su mantenimiento específico sean idénticas a los de sin prefisurar, una reducción del espesor de las capas de mezcla bituminosa podría ser contemplada. Sin embargo, un espesor mínimo de mezcla bituminosa es necesario para asegurar una protección mecánica y térmica suficiente, así como para poder obtener una buena unión.

### OLIVIA

El proceso de "OLIVIA" fue desarrollado por la Empresa Viafrance (Eurovia hoy). Una viga telescópica montada en un dispositivo mecánico apoya una herramienta capaz de crear, antes de la compactación, una ranura transversal e insertar un perfil de plás-

tico, a una profundidad ajustable. En general, la altura del perfil se adapta al espesor de la capa de base (entre 1/3 y 1/5 de espesor). La máquina también ofrece el cierre de disconti-



nuidad. La separación de la discontinuidad es, generalmente, de 3 m.

### Elementos

El equipo va montado en el chasis de una carretilla elevadora de carga frontal, y está constituido por un sistema de dos vigas telescópicas (uno fijo y otro móvil), bajo las cuales se desplaza, por una cadena, una herramienta en forma de reja que crea un surco, e inserta una hoja delgada de plástico muy flexible.

El equipo consta de los siguientes elementos:

- Una viga fija, unida al vehículo portante.

- Una viga móvil, guiada en su movimiento de traslación con respecto a la viga fija. Una vez alcanzada su posición de trabajo, se apoya mediante dos gatos hidráulicos en la capa que se vaya a prefisurar.

El dispositivo de prefisuración propiamente dicho, el cual se desplaza a lo largo de la viga móvil mediante un sistema de motor hidráulico y cadena de transmisión.

El elemento de corte consiste esencialmente en una cuchilla estrecha (2 cm), provista en su parte delantera de una ranura para alimentación de la cinta de plástico. Mientras que el elemento de corte avanza en su movimiento en el interior de la capa, la cinta de plástico se desenrolla y se inserta con su

parte ancha en posición vertical en el surco que se va formando. La salida de la cinta, en posición vertical, se realiza a través de una segunda ranura en la parte trasera del ele-

mento de corte. Al final de cada pasada, la cinta se corta automáticamente.



### Funcionamiento

Este equipo crea un surco transversal en la capa y, simultáneamente, inserta en él una cinta de plástico de forma automatizada. Esta se suministra en rollos, que se montan en el equipo. La cinta de plástico debe tener un ancho del orden de un tercio del espesor de la capa, a menudo de 8 cm, lo que permite tratar espesores de capas de material entre 15 y 25 cm, y un espesor de 70

a 80 µm. La longitud de los rollos generalmente es de 300 m.

Para evitar que sea arrastrada por los equipos de puesta en obra, la cinta se coloca a una profundidad de 6 a 10 cm por debajo de la superficie del material que hay que compactar. Con ello, se tiene en cuenta tanto el descenso de la cota de esta última, tras el paso de los rodillos, como un eventual refino para mejorar la regularidad superficial.



Tanto el desplazamiento de la viga móvil como el del elemento de corte se controlan electrónicamente. Los dos modelos existentes en la actualidad tienen un ancho de trabajo mínimo de 2 m y máximo de 5 m.

### Control de su funcionamiento

a) *Con carácter previo se debe fijar:*

- Lugar y fecha de realización.
- Tipo de material que prefisurar y espesor.

- Maquinaria de puesta en obra.
- Producción diaria y la duración prevista.

- Espaciamiento entre prefisuras y profundidad.

- Distancia que se tiene que prefisurar (para el suministro de rollo de plástico).

Definidas con la Administración, las condiciones de disposición de la máquina y su conductor: los gastos de alquiler, los cambios de ubicación y

tiempo de permanencia, pequeños costes de mantenimiento, combustible, etc.

b) *Al comienzo de las obras:*

- Especificar al conductor el modo de intervención en el tajo, entre el extendido y compactación. La composición del este tajo (extendido y la compactación) debe tener en cuenta la presencia de la máquina.

- Definir el intervalo entre prefisuras (generalmente, 3 m).

- Regular el recorrido del útil en función de la anchura de prefisuración (anchura de 2 a 4,5 ó 5,5 m dependiendo de las máquinas). En caso de obstáculos laterales, por ejemplo bordillos, la anchura de prefisuración se debe reducir 50 cm.

- Controlar la profundidad de colocación de película de plástico (ajustando la posición del pie de apoyo de vigas). La película debe estar lo suficientemente enterrada para evitar cualquier riesgo de romper a la hora de reperfil el material (1 a 2 cm por debajo de la cota final), pero no demasiado profundamente, para limitar los esfuerzos del útil.

c) *En el transcurso de la obra:*

- Extender el material, según el procedimiento previsto.
- Compactar eventualmente, se-

gún la naturaleza del material (arena tratada).

- Proceder a prefisurar con la activación del ciclo automático, hasta la ruptura de la película.

- Si el ancho que se debe tratar es superior a la anchura de trabajo de la máquina OLIVIA, la operación se realiza en varias fases, y, por ello, es conveniente trabajar de derecha a izquierda; para facilitar el alineamiento de las prefisuras, es necesario dejar alrededor de 50 cm entre las dos prefisuras contiguas para que el útil no rompa la película ya instalada.

- Compactar el material prefisurado.

- Hacer reperfilado final.

- Terminar la compactación.

d) *Al final del día*

- Poner la máquina en un lugar seguro para evitar cualquier robo o daño.

e) *Al final de los trabajos*

Informar al propietario de la disposición de la máquina y de los metros lineales realizados.

f) *Controles en la aplicación.*

- Señalar al personal de la obra de las variaciones de anchura de la viga telescópica cuando el equipo está en funcionamiento.

- Respetar el espaciado y la profundidad de prefisuración.

- Verificar que el útil no entra en contacto con materiales muy demasiado rígidos que puedan dañar la maquinaria (materiales tratados y/o compactados en los bordes o en subcapas, material a prefisurar muy compacto).

- Aspecto del trabajo realizado.

- Inspección visual de eventuales defectos de la película.

- Anotar el número la longitud de prefisuras realizadas.

### Integración en la obra

El equipo siempre es alquilado con la carretilla elevadora, que se monta con la disposición de los accesorios hidráulicos y controles eléctricos. Los movimientos se realizan con la ayuda de la carretilla elevadora. Hay que prestar especial atención a los apoyos durante la carga y descarga.

El conductor de la máquina es suficiente para la puesta en obra del equipo; todos los controles están situados en la cabina de la máquina. Trabajando a todo el ancho, la máquina ejecuta alrededor de 2000 m/día de prefisuras, es decir de 5000 a 6000 m<sup>2</sup> de material tratado.

Estos tres procesos están integrados en el tajo de obra, sin interrumpir el flujo y la cadencia, pero alarga el período de trabajo de la mezcla, lo que debe tenerse en cuenta como un paso adicional al del transporte y compactación.

### OTROS EQUIPOS SISTEMA VICTORIA FCC

La normativa del Ministerio de Fomento contempla la obligatoriedad de realizar la prefisuración en los firmes de la Red de Carreteras del Estado.

La técnica de la prefisuración consiste en forzar, de forma premeditada y planificada, la aparición de las fisuras de retracción en una capa tratada, con el objeto de limitar su apertura, y así garantizar la transferencia de cargas en sus proximidades.

El departamento de maquinaria de la Zona I de FCC Construcción, ante la necesidad de prefisurar el suelocemento que se incluía en la sección del firme del tramo de la autovía Córdoba – Málaga, entre las poblaciones de Córdoba y Fernán Núñez, ha diseñado una máquina para efectuar estas operaciones.

En una primera fase del proyecto, FCC recopiló información teórica y práctica del *Comité Française pour les Techniques Routières* y del *Observatoire des Techniques de Chaussées*, relativa a profundidad de corte, cantidad de emulsión que inyectar, velocidades de obra, etc.

Estudió el mercado y comprobó que existían pocas máquinas de este tipo, que los costes eran muy altos y no cumplían los requisitos necesarios. Con esta información, FCC definió el diseño poniendo como condiciones no alterar, en ningún momento, la capa tratada recién echa-

da; que el precio de fabricación y explotación se redujera sensiblemente; que no interfiriera en la producción de la obra; y que fuera capaz de hacer cortes transversales y longitudinales.



FCC diseñó una máquina capaz de avanzar sobre bermas no excesivamente compactadas ni niveladas, y situarse en los puntos adecuados, realizando el corte de la capa tratada por medio de un *ripper*, que, a su vez, inyecta la emulsión.

La fabricación del prototipo se inició en septiembre de 2004, y, a la vez realizado el montaje de los distintos componentes en el Parque del Departamento de Maquinaria de la Zona I de Málaga de FCC, en noviembre de 2005 se procedió a realizar las primeras pruebas del carro. Después y tras diversos ajustes en la geometría de la máquina, en marzo de 2005 inició sus trabajos con pleno éxito.



### EL SISTEMA DISEÑADO POR OHL

El sistema diseñado por OHL, en la obra de la autovía de la Plata, en el tramo Zafra fuentes de Cantos, puede englobarse dentro de los denominados manuales, con un concepto similar al del método de la bandeja vibrante, con la diferencia de que, en el método que nos ocupa, la junta se abre cortando la ca-

pa con un "cuchillo" y no mediante vibración. En el sistema no existe ninguna operación controlada de forma automática.

Para la ejecución de las juntas, OHL ha dispuesto una máquina mixta a la que se le acopla al brazo de la retroexcavadora: una viga doble T, a la que se ha unido un perfil que hace el efecto de cuchillo para penetrar en la capa.



La prefisuración se ejecuta tras el extendido y antes de ejercer ningún tipo de compactación en la capa (excepto la precompactación de la extendedora).

La viga tiene una longitud que abarca la mitad del ancho extendido. La máquina avanza por el centro de la capa y se posiciona para ejecutar la junta. A los apoyos de la excavadora se les han unido dos planchas

metálicas que disminuyen la tensión transmitida y evitan dejar huella en la superficie.



La ejecución de la fisura, dado que el perfil tiene la mitad de longitud que el ancho de la capa, se ejecuta en dos fases. Primero, se ejecuta un margen y, con un giro de 180° del brazo de la máquina, se ejecuta la otra margen. De esta forma, se evita que la excavadora tenga que realizar movimientos sobre la capa de suelocemento antes de compactar.

En la fisura se introduce una cinta de plástico flexible, consistente en una lámina de polivinilo de 13 cm x 2 cm de ancho, que se obtiene de cortar mangueras de riego del diámetro correspondiente.

El proceso de ejecutar la fisura e introducir la lámina es simultáneo: dos operarios sujetan la lámina contra el perfil hasta que es introducido en la capa.



Para permitir la penetración completa del perfil hasta el tope, en algunos casos debe realizarse un movimiento similar al corte con un cuchillo, que la maquinaria permite ya que la herramienta está unida al brazo del mismo modo que el cazo de la excavadora.



Una vez ejecutada la fisura, un operario receba la parte superior de la junta con la rastrilla, con el fin de dejar una superficie homogénea y regular. Esta acción, además de aportar material, consigue que el efecto de la ondulación en la zona de la fisura se reduzca.



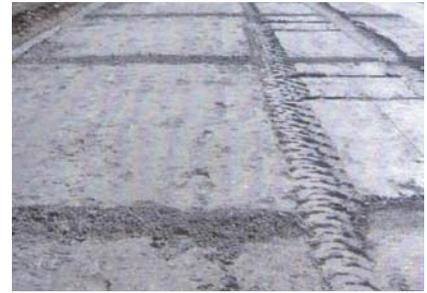
El sistema de prefisuración es rápido y no entorpece el ritmo de ejecución del suelo cemento. El ritmo de ejecución de las fisuras está marcado por el ritmo de avance de la extendedora. El rendimiento medio de la extensión de suelocemento fue de unos 500 m diarios de media.

Tras el equipo de fisuración, entra el equipo de compactación, que consta de un rodillo liso y dos de neumáticos. La compactación exigida es del 98% del PM.



El aspecto de la capa terminada es, en general, bueno, pero presenta ondulaciones que parecen coincidir en los puntos altos con las juntas de prefisuración. Esta apreciación es

más fácilmente observable, una vez ejecutado el riego de curado.



Asimismo, se observa en el centro que se marca ligeramente la zona de rodadas de la máquina mixta que ejecuta la prefisuración.

El IRI medio en el suelocemento es del orden del doble del máximo permitido en el artículo 513 del PG3; sin embargo, en la capa base sí se consigue cumplir el IRI en el 100%.

## EMPLEO DE QUAD PREFISURADOR

En el Apéndice 1 se incluyen reportajes fotográficos de diversas obras y sistemas. El más generalizado es mediante el empleo, como elemento portante, de un *Quad*. Existe una placa con una cuchilla triangular, soldada a su cara inferior, con un dispositivo de inyección de emulsión.

Los equipos no suelen dar resultados satisfactorios cuando en la extensión se utiliza maquinaria con elevada precompactación, ya que resulta muy difícil introducir la cuchilla.

Evidentemente, este sistema tiene el inconveniente de la poca potencia para introducir el útil de corte, por lo que depende de la pericia del conductor. Así mismo presenta los mismos inconvenientes que los sistemas manuales, por lo que se deben adoptar las mismas medidas, es decir:

- La entalla se debe realizar como mínimo a 1/3 del espesor total sin compactar.

- La entalla debe generar un surco claro y ser lo más recta posible.

- Introducir algún tratamiento antiadherente, tipo emulsión o similar, en el surco creado.

- Extremar el control de calidad sobre todo el proceso.

## SISTEMAS MANUALES

Existen las placas vibrantes, con una cuchilla triangular soldada a su

cara inferior, o bien de rodillos provistos de una cuchilla anular. Las placas vibrantes pueden ser propulsadas manualmente, en cuyo caso disponen de ruedas permitiendo su elevación y facilitando así su traslado entre surco y surco, o bien se pueden acoplar a otros equipos que controlen su desplazamiento (rodillos compactadores, pala excavadora, etc.). En el primer caso, su eficacia es limitada y exigen un gran esfuerzo físico, por lo que, en general, no son recomendables en obras importantes.



En cualquier caso, si se decide realizar la prefisuración mediante métodos manuales, se recomienda adoptar las medidas indicadas en el apartado anterior.

**Sea cual fuere el sistema utilizado, la ejecución de las juntas debe comenzar inmediatamente después de finalizar la extensión y antes de iniciar la compactación del material tratado. Las juntas se cortan perpendicularmente a la dirección de la calzada, y, siempre que sea posible, en todo el espesor de la capa tratada con cemento. Una vez creadas los surcos, y después de introducir en su caso la emulsión o el elemento de se-**

**paración, se lleva a cabo la compactación de la capa mediante el pase rodillos.**

### Juntas longitudinales

Siempre que se prefisure transversalmente la capa, y la anchura de la calzada sea superior a 5 m, se deben realizar también juntas longitudinales para evitar que surjan fisuras cuya reflexión pueda coincidir con la zona de rodada de los vehículos. En general, se pueden situar en el centro de los carriles, o, en todo caso, muy próximos a su línea de separación, procurando que se formen losas con una relación entre sus lados mayor y menor no superior a 2.

Se realizan preferentemente por prefisuración como las transversales, o bien cuchillas o discos acoplados a la extendidora. Si esto fuera posible, se pueden realizar para el serrado del material endurecido creando una entalla del orden de un tercio del espesor de la capa.



### Metodología de seguimiento

En Francia, se ha llevado a cabo un labor de seguimiento de los tres pro-

cesos anteriores (CRAFT, JOINT ACTIF, OLIVIA) que fue objeto, en el año 2002, de la Nota informativa de SETRA: 112 "Préfissuration des assises de chaussées en grave hydraulique".

Hay que tener siempre presente que en Francia existen secciones estructurales con 8 y 10 cm de aglomerado sobre la grava cemento.

Sus conclusiones fueron:

– La eficacia de la prefisuración es función de la solución técnica. La del tipo CRAFT, sin la aplicación de cualquier material para crear la discontinuidad (perfil o de plástico), no mostró una diferencia significativa con las secciones sin prefisuración, cuando no está asociado con un complejo antifisuras. La prefisuración creada cada 3 m no desempeña plenamente su papel; la fisuración observada después de 8 años, con un paso de 12 m puede indicar un mal funcionamiento del sistema, que no crea la suficiente discontinuidad.

La introducción de un dispositivo físico, en particular como el sistema de "JOINT-ACTIF", parece ser más eficaz cara al reflejo de la fisura. Cuando aparecen, está recta y poco degradada.

El proceso de "OLIVIA", con un muestreo reducido, parece mostrar un comportamiento medio entre las dos técnicas.

En todos los sitios observados donde se ha dispuesto un geotextil, asociado a la prefisuración, encima de la capa tratada con cemento, ha mostrado un comportamiento correcto, con un espesor de mezclas de al menos 8 cm.

En consecuencia, si el Director de la obra mantiene la prefisuración sobre una grava cemento (como se recomienda en el catálogo de tipos estructurales de pavimento nuevo, 1998), con la técnica CRAFT, debe incluir un complejo antifisuras. Por ejemplo, un geotextil encolado en la parte superior de la gravacemento y teniendo especial cuidado en su aplicación, en particular respecto a la unión con la capa superior.

Si se utiliza un dispositivo materializado por un perfil, tal como el pro-



ceso JOINT-ACTIF, el geotextil u otro complejo antifisuras no es necesario, a menos que se desée reducir al mínimo las fisuras en la superficie de asfalto. Para el proceso OLIVIA, no se tiene experiencia suficiente.

Además, en las secciones donde la capa de aglomerado es de poco espesor, alrededor de 4 cm, se observó un rápido inicio de la grieta con una degradación tendente al desdoblamiento y agrietamiento.

### Coste

Para tener una orientación, la magnitud del costo de la prefisuración son los siguientes, según la importancia de la construcción (en euros, IVA por metro cuadrado de capa tratada):

- Proceso CRAFT de 0,9 a 1,4 euros.
- Proceso "OLIVIA" 1 a 1,5 euros.
- Proceso "JOINT-ACTIF" 1,3 a 1,8 euros.

Aparte de la prefisuración, existen otros sistemas, pero enormemente caros:

- Sobre una capa de material tratado con cemento se puede disponer un espesor de mezcla bituminosa suficiente como para que las fisuras de retracción no se reflejen en la superficie durante la vida de servicio. Para esto, el espesor de los

**Sería conveniente que Asociaciones o Empresas como ANTER o IECA pudieran formular "Informes técnicos" similares a los AVIS TECHNIQUE**

materiales bituminosos debe ser, al menos, igual al espesor de la capa de material tratado.

Otro sistema consiste en disponer, entre la capa de material tratado y la capas de mezcla bituminosa, una capa de material no tratado (las, denominadas, secciones inversas), cuyo espesor es de, aproximadamente, 10 cm, que se intercalan para formar una pantalla que evite la reflexión de la fisura. Este tipo de estructura, que

requiere una alta calidad en los materiales sin tratar, no parece económicamente competitiva en las regiones pobres de materiales.

– Otros tipos de materiales que, si no dan lugar a nuevas estructuras, se pueden presentar como materiales hidráulicos sin problemas de fisuras: sea por una formulación de un ligante mezcla de cemento y betún, o mediante la adición de la fibra. Este tipo de materiales están en investigación.

Un mejor conocimiento de los materiales es particularmente necesario para dimensionar una estructura de acuerdo con su funcionamiento.

### **Objetivos de la creación de un "Informe técnico" para validar la maquinaria**

Sería conveniente que Asociaciones o Empresas, como ANTER o IECA, pudieran formular "Informes técnicos" similares a los *AVIS TECHNIQUE* del *Comité Français pour les Techniques Routières*.

La presentación voluntaria de un "Informe técnico" es un elemento favorable para la aceptación de una técnica, que puede ser pronunciada simplemente sobre la base del informe mismo.

Los controles externos también pueden, en algunos casos, ser aligerados; sin embargo, este "Informe técnico" no exime de:

- Realizar los estudios habituales antes de comenzar la obra (que, sin embargo, pueden ser simplificados).

Efectuar el seguimiento de la unidad de obra y del control exterior (adaptados al contenido del PAC de la empresa).

A pesar de su carácter esencialmente informativo, el "Informe técnico" es, sin embargo, un documento importante para la Dirección de obra, tanto antes como durante las obras, para la aceptación de la técnica.

Estos "Informe técnico" debería ser objeto, asimismo, de un seguimiento de control cada tres o cuatro años. ■



PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN  
VARIANTE DE ALCOY  
AUTOVÍA DEL MEDITERRÁNEO



euroestudios  
Ingenieros de consulta

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

# Puesta en servicio de la Variante de Alcoi (A-7)



Por Vicente Ferrer, ICCP y Director de las obras.

**E**l pasado 3 de diciembre de 2009, el Ministro de Fomento, D. José Blanco, presidió en Alcoi (Alicante) el acto de puesta en servicio de la Variante de la A-7 a su paso por esta localidad. El Gobierno de España ha destinado 73,5 millones de euros a la construcción de esta nueva infraestructura.

Vista panorámica de la variante de Alcoi, ubicación en el plano y foto del acto de puesta en servicio, presidida por el Ministro de Fomento.



## Autovías del Estado

Dentro de las actuaciones que el Ministerio de Fomento está realizando para impulsar la Red de Alta Capacidad, en el itinerario entre las ciudades de Alicante y Valencia, se encuentra la Autovía A-7 del Mediterráneo que no sólo va a permitir la unión entre ambas ciudades por el interior, sino la interconexión fluida de las comarcas interiores con ambas ciudades y con el resto del Corredor Mediterráneo.

Actualmente, la autovía se encuentra ya en servicio tanto en su zona norte, desde Valencia hasta Albaida, tramo en el que se solapa parcialmente con la autovía autonómica CV-40, como en su zona sur, desde Alicante hasta Ibi, estando en construcción los tramos restantes que la completarán a su paso por las comarcas de l'Alcoia y el Comtat.

La Variante de Alcoi permite suprimir la travesía de la N-340 a través del núcleo urbano de la ciudad, evitando el paso del tráfico de largo recorrido. Así, se elimina uno de los tradicionales puntos de estrangulamiento de la misma, al tiempo que se dota de un acceso de gran capacidad y alto nivel de seguridad vial a la propia ciudad.

El tramo, que discurre por los términos municipales de Alcoi y Cocentaina y que conecta con la N-340 por medio de los enlaces de Alcoi Sur y Norte, situados en los extre-



Tramo de la variante coincidente con el p.k. 50,4 de la A-7. A la derecha puede verse uno de los muros de sostenimiento de escollera y la protección de taludes.

mos de este núcleo de población, tiene unas previsiones de tráfico que se sitúan en más de 10 000 vehículos/día en el momento de la puesta en servicio de la obra, y está previsto que en un año se alcance un volumen de tráfico de más de 20 000 vehículos/día.

### Descripción del trazado

La traza de la variante discurre por el este de la población, a través de la ladera NO de la Sierra de Ondaches, por un terreno de relieve muy acusado y con grandes barrancos, lo que da lugar a desmontes y rellenos

de alturas máximas superiores a los 40 m.

La variante, una nueva autovía de 5,25 km de longitud y proyectada para una velocidad de 80 km/h, tiene su origen en el Enlace de Alcoi Sur donde conecta con el tramo en construcción de la Variante del Barranco La Batalla. El enlace es de tipo diamante con glorieta central que permite el acceso al centro de Alcoi, así como a otros núcleos de población como Benillova, Benifallín, etc. Un ramal de enlace conecta la glorieta con otra situada sobre la N-340 a la salida de Alcoi, cruzando sobre el Río Molinar mediante un viaducto



Esquema del trazado en planta del tramo abierto al tráfico.

de 124 m de longitud.

En su parte central, el trazado cruza el Barranco de la Caña, por medio de un viaducto de 280 m de longitud, con una altura máxima de pila de 34 m; y el Barranco del Cuquet, mediante otro viaducto de 160 m de longitud y altura máxima de pilas de 40 m. Entre estos dos barrancos se localizan también los mayores movimientos de tierras.

En la parte final del tramo se produce el cruce del río Serpis por medio de un viaducto de 462 m de longitud. Una vez pasado, la autovía conecta con la N-340, en el Enlace de Alcoi Norte, punto de conexión con el tramo Cocentaina-Muro de Alcoi, también en construcción.

Dicho enlace, perteneciente a la actual variante de Cocentaina, tiene una tipología de trompeta con los movimientos Alcoi-Valencia y Valencia-Alcoi, completándose el resto de movimientos necesarios mediante las obras de la Variante de Alcoi.

## Secciones tipo

El tramo dispone de calzadas separadas de 7 m, arcenes exterior de 2,5 m e interior de 1,50 m, y mediana de 2 m. Debido a la complicada orografía de la zona, la calzada izquierda (en dirección a Alicante) dispone de un carril adicional, a lo largo de 3,2 km, para vehículos lentos debido a la pendiente en rampa del 6% que presenta la autovía.

El paquete de firme está constituido por 30 cm de mezclas bituminosas y 25 cm de zahorra artificial, dispuestos sobre una explanada de tipo E-2 construida mediante estabilización de suelos con cal.

## Estructuras

Además de los viaductos y enlaces mencionados anteriormente, se han ejecutado cuatro pasos superiores y tres pasos inferiores para garantizar la permeabilidad transversal y la continuidad de los viales interceptados.



Viaducto sobre el Barranco de la Caña, de 280 m de longitud, con altura máxima de pila de 34 m.



Viaducto sobre el Barranco del Cuquet, de 160 m de longitud y altura máxima de pilas de 40 m.

## Estabilización de taludes

Los problemas de estabilidad de los materiales atravesados, agravados por la presencia de circulación de aguas, han obligado a disponer importantes medidas de sostenimiento y protección en la gran mayoría de los taludes de la margen de-

recha de la autovía, consistentes en:

- Tendido de taludes y disposición de bermas intermedias, de 4 m de anchura, protegidas con hormigón.
- Disposición, en las zonas deslizadas, al pie de talud de muros de escollera de 8 m de altura y 4 m de anchura en coronación.
- Protección de los taludes frente

El tramo, de 5254 m de longitud troncal, ha sido diseñado para una velocidad de 80 km/h, con radios mínimos en planta de 500 m y pendiente máxima del 6%



Viaducto sobre el Barranco del Cuquet. Protección de cimentaciones en ladera.



Viaducto sobre el río Serpis, de 462 m de longitud.

a la erosión mediante mantos de escollera hasta la mitad de su altura, a partir de la coronación de los muros.

– Colocación de drenes californianos en las zonas en que se han detectado humedades o surgencias, para aliviar presiones intersticiales.

### Impacto ambiental

Cabe señalar también el importante esfuerzo realizado en la res-

tauración medioambiental del entorno de las obras, destacando la protección del patrimonio histórico, artístico y arqueológico, la integración paisajística de la obra y la protección acústica necesaria para conseguir los objetivos de calidad para niveles de inmisión sonora originados por la nueva vía. ■

## Unidades importantes

<b>Excavación:</b>	3 582 353 m <sup>3</sup>
<b>Terraplén + pedraplén:</b>	2 024 945 m <sup>3</sup>
<b>Suelo estabilizado in situ:</b>	91 964 m <sup>3</sup>
<b>Zahorra artificial:</b>	75 377 m <sup>3</sup>
<b>Mezclas bituminosas en caliente:</b>	92 174 t
<b>Hormigón estructural:</b>	41 885 m <sup>3</sup>
<b>Acero:</b>	4 787 603 kg
<b>Muros de hormigón:</b>	299 m
<b>Escollera:</b>	43 319 m <sup>3</sup>
<b>Manto de escollera:</b>	14 306 m <sup>2</sup>

## Ficha Técnica

### Titular:

Demarcación de Carreteras del Estado en la Comunidad Valenciana. Ministerio de Fomento.

### Dirección de las obras:

D. Vicente Ferrer, ICCP.

### Empresa constructora:

Acciona Infraestructuras – Pavasal

### Jefe de obra:

D. Miguel Esteve, ICCP.

### Asistencia técnica control y vigilancia de las obras:

Eptisa.

### Asistencia técnica a la redacción del proyecto:

Euroestudios, Ingenieros Consultores.



**Eptisa** ha realizado los trabajos de asistencia técnica de **control y vigilancia** de las obras de la **Variante de Alcoy**,  
Autovía A-7 del Mediterráneo

LO HACEMOS PARA TI

# Fomento abre al tráfico el tramo Lleida - La Cerdera de la A-22

**D. Juan José Barrios Baquero, ICCP, y Director de las obras.**

**E**l pasado 14 de diciembre de 2009, el Secretario de Estado de Planificación e Infraestructuras, D. Víctor Morlán, puso en servicio dos tramos de la autovía A-22: Lleida - La Cerdera y La Cerdera - Variante de Almacelles (Este), ambos en la provincia de Lleida que han supuesto una inversión conjunta de 70 millones de euros para sus 9400 m de longitud de los dos tramos.

**D. Víctor Morlán presidió el acto oficial de apertura al tráfico.**

Su puesta en servicio abre un nuevo eje de alta capacidad hacia el Corredor cantábrico y hacia los Pirineos, a través de la conexión con la A-23, desde Huesca hasta Jaca, y la A-21, Jaca - Pamplona.

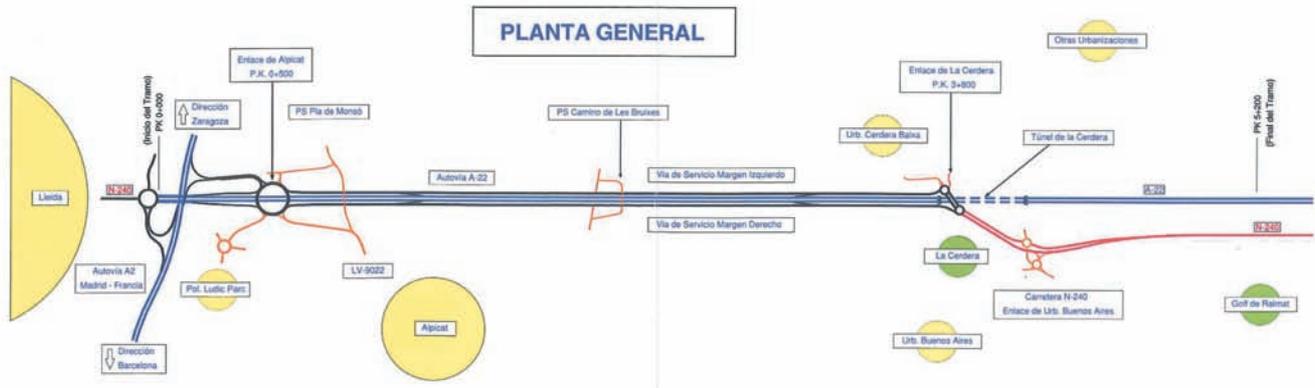
La N-240, en el tramo objeto del proyecto, supone la vía de entrada en Lleida de una población residente en los municipios limítrofes y daba servicio fundamentalmente, entre el cruce con la A-2, las Urbanizaciones de La Cerdera y la población



de Almacelles a todos los movimientos circulatorios locales que se generan en la zona. Este tráfico se mezclaba con el de largo recorrido que se dirigía hacia Huesca y los pueblos cercanos.

## **Descripción del tramo**

El tramo inicial y arranque de la Autovía A-22, Lleida-Huesca, supone el enlace de conexión con la Au-



Trazado en planta del tramo finalizado.

tovía A-2, Madrid-Frontera Francesa. El tronco de la nueva autovía, ha sido diseñado para una velocidad de 120 km/h y se inicia una vez pasada la glorieta lado Lleida existente anteriormente.

La solución adoptada ha consistido en el mantenimiento de la glorieta existente lado Lleida que conduce los movimientos Zaragoza -Huesca y Huesca-Barcelona, así como de la estructura bajo la A-2 por donde pa-



Vistas parciales del tramo. En la foto de arriba, paso superior sobre el Camino de Les Brixes.

sa también actualmente el tronco de la autovía. Así mismo se ha eliminado la glorieta anterior lado Huesca y se ha creado un nuevo enlace a 300

## Autovía A-22

Desde 2004, el Ministerio ha finalizado los estudios e iniciado las obras de 9 tramos de la A-22, y en estos momentos se encuentran concluidos 4 de ellos. El siguiente tramo que entrará en servicio será el de la Variante de Barbastro, a principios de 2010, seguido del Siétamo - Velillas y, parcialmente, el tramo Ponzano - Velillas (desde Velillas hasta el río Alcanadre) antes de verano de 2010.

En Lleida, el Ministerio de Fomento concluirá las obras del tramo Variante de Almacelles - L.P. Huesca en 2011.

Actualmente, en Lleida, en materia de carreteras, el Ministerio de Fomento tiene en marcha obras por casi 200 millones de euros.



Vista aérea del enlace.

m del anterior p.k. 0,500 del tronco, de tipo glorieta elevada, que conduce el tráfico local entre Alpicat y Lleida, los tráficos de zonas comerciales y el acceso a urbanizaciones separadamente del tronco, así como los movimientos Huesca - Zaragoza, Barcelona - Huesca.

Debido al carácter periurbano de la zona, a partir de la glorieta se han creado vías de servicio a ambos márgenes del tronco hasta la zona de La Cerdera. La vía de servicio de la derecha aprovecha en buena parte la actual N-240.

Las vías de servicio conectan con el enlace de La Cerdera, situado sobre la entrada del túnel, permitiendo el acceso a la autovía hacia Lleida a las urbanizaciones de La Cerdera y Buenos Aires, como la conexión con el viario local. Su tipología es de tipo de pesas a ambos lados del tronco.

A partir de este enlace y en el lado norte, el trazado en planta de la vía de servicio será ahora la actual N-240, aunque sin aprovecharse en su totalidad por la diferencia de cota existente.

En el p.k. 3,700 se sitúa la boca lado Lleida del túnel de La Cerdera, el cual se ha diseñado con una longitud aproximada de 432 m, debido fundamentalmente a consideraciones medioambientales y de seguridad vial. La boca lado Huesca se sitúa

en el p.k. 4,200.

El trazado termina en el p.k. 5,200, donde se establece la conexión con el siguiente tramo. Sin embargo, a la hora de consideración de obra completa, el proyecto incorpora la conexión provisional con la N-240.

Para ello se pierde un carril por sentido en el tronco, y además se diseña un paso bajo el tronco para un ramal direccional de los vehículos que se dirigen a La Cerdera procedentes de Huesca, conectando con la N-240 que queda como carretera de ámbito local.

La permeabilidad transversal de la

autovía queda garantizada con el enlace en el p.k. 0,500, al que acompaña un camino transversal que permite el acceso al enlace de las urbanizaciones de Alpicat situadas al sur de la N-240. En el p.k. 2,150 se plantea otra reposición de camino existente.

La permeabilidad transversal en La Cerdera Alta y Buenos Aires se asegura con el enlace diamante con pesas en la boca del túnel. Finalmente, en el tramo final se ha reemplazado un camino paralelo existente posibilitando una conexión sobre el túnel. ■

## Ficha Técnica

### Titular:

Demarcación de Carreteras del Estado en la Catalunya. Ministerio de Fomento.

### Dirección de las obras:

D. Juan José Barrios Baquero, ICCP.

### Empresa constructora:

FCC, S.A. Empresa Constructora.

### Jefe de obra:

D. Carlos Esbrí Lafarga, ICCP.

### Asistencia técnica control y vigilancia de las obras:

CICSA, Consultor de Ingeniería Civil, S.A y ATICA, Asistencia Técnica en Ingeniería Civil, S.A.

### Asistencia técnica a la redacción del proyecto:

Inocsa.

<b>Excavación en desmonte:</b>	1 565 698 m <sup>3</sup>
<b>Excavación de tierra vegetal:</b>	370 158 m <sup>3</sup>
<b>Terraplén :</b>	1 017 352 m <sup>3</sup>
<b>Rellenos en falso túnel:</b>	421 174 m <sup>3</sup>
<b>Suelo adecuado:</b>	21 420 m <sup>3</sup>
<b>Suelo estabilizado:</b>	64 622 m <sup>3</sup>
<b>Refino taludes (desmonte):</b>	167 706 m <sup>2</sup>
<b>Refino taludes (terraplén):</b>	175 751 m <sup>2</sup>
<b>Rellenos material filtrante:</b>	35 465 m <sup>3</sup>
<b>Cunetas revestidas:</b>	41 168 m
<b>Tubos de hormigón armado:</b>	10 532 m
<b>Dren y colector:</b>	20 791 m
<b>Bajantes:</b>	1012 m
<b>Arquetas:</b>	147 u
<b>Acero B-500 S:</b>	2 393 472 kg
<b>Hormigón armado:</b>	33 320 m <sup>3</sup>
<b>Hormigón pretensados:</b>	1383 m <sup>3</sup>
<b>Hormigón en masa:</b>	14 279 m <sup>3</sup>
<b>Bóvedas prefabricadas:</b>	864 m
<b>Encofrados:</b>	32 212 m <sup>2</sup>
<b>Geotextiles:</b>	64 786 m <sup>2</sup>
<b>Zahorra artificial:</b>	5458 m <sup>3</sup>
<b>Suelocemento:</b>	54 636 m <sup>3</sup>
<b>Aglomerado:</b>	94 588 t
<b>Emulsiones y riegos bitumin.:</b>	847 t
<b>Pavimento de hormigón:</b>	2710 m <sup>3</sup>
<b>Barreras de seguridad metálicas:</b>	17 542 m
<b>Barreras de seguridad New Jersey:</b>	17 304 m
<b>Cartelería:</b>	592 m <sup>2</sup>
<b>Pórticos señalización y semáforos:</b>	10 u
<b>Báculos de iluminación:</b>	165 u
<b>Valla de cerramiento:</b>	11 905 m
<b>Actuaciones medioambientales:</b>	
<b>Hidrosiembras:</b>	96 432 m <sup>2</sup>
<b>Árboles, arbustos y plantas:</b>	21 565 u

TÚNELES  
 CARRETERAS  
 ESTACIONES  
 AUTOPISTAS  
 FERROCARRILES  
 ALTA VELOCIDAD



COLECTORES  
 RESTAURACIÓN FLUVIAL  
 DEPOSITOS DE LAMINACIÓN  
 ESTUDIOS DE INUNDABILIDAD  
 ABASTECIMIENTO



**CICSA**  
 CONSULTOR DE INGENIERÍA CIVIL, S.A.



PLAZAS  
 CALLES  
 PASEOS  
 URBANIZACIONES  
 REMODELACIÓN ESPACIOS URBANOS

*Asesoría, proyectos y gestión en ingeniería civil desde 1986*

GRANDES VIADUCTOS  
 PASARELAS PEATONALES  
 ESTRUCTURAS SINGULARES  
 ESTRUCTURAS METÁLICAS  
 APARCAMIENTOS URBANOS

**BARCELONA**  
 Córcega 85, entlo. 08029  
 Telf.: +34 93 419 56 24  
 Fax.: +34 93 405 02 82



**MADRID**  
 Bravo Murillo 74, 1ªA 28003  
 Telf.: + 34 91 535 99 72  
 Fax.: + 34 91 534 58 94

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



**ATICA**  
 Asistencia Técnica en Ingeniería Civil y Ambiental, s.l.

Empresa consultora dedicada a la elaboración y redacción de proyectos y a las direcciones de obras dentro de los campos de la Ingeniería Civil y de la Edificación.

AUTOVÍAS Y CARRETERAS  
 OBRAS HIDRÁULICAS  
 MEDIO AMBIENTE  
 URBANISMO Y URBANIZACIONES  
 GEOTECNIA  
 TRAMITACIÓN DE EXPEDIENTES ADMINISTRATIVOS  
 ESTUDIOS E INFORMES  
 DIRECCIONES DE OBRA



Plaza San Francisco, 18, entlo. izda. - 50006 ZARAGOZA  
 Telf. 976 56 71 21 - Fax. 976 55 66 76  
 e-mail: [atica@aticaingenieria.com](mailto:atica@aticaingenieria.com)



[www.aticaingenieria.com](http://www.aticaingenieria.com)



# Apertura al tráfico del tramo La Cerdera - Variante de Almacelles de la A-22

D. Juan José Barrios Baquero, ICCP,  
y Director de las obras.

**A**l igual que el tramo Lleida-La Cerdera, el pasado 14 de diciembre de 2009, el Secretario de Estado de Planificación e Infraestructuras, D. Víctor Morlán, puso también en servicio el tramo La Cerdera - Variante de Almacelles (Este).

Con la presente actuación, se mejora la situación anterior mediante la construcción de un tramo nuevo de autovía entre La Cerdera y la población de Almacelles (Este), que recorre los campos de viñedos de Raimat, en el municipio de Lleida.

## Características geométricas

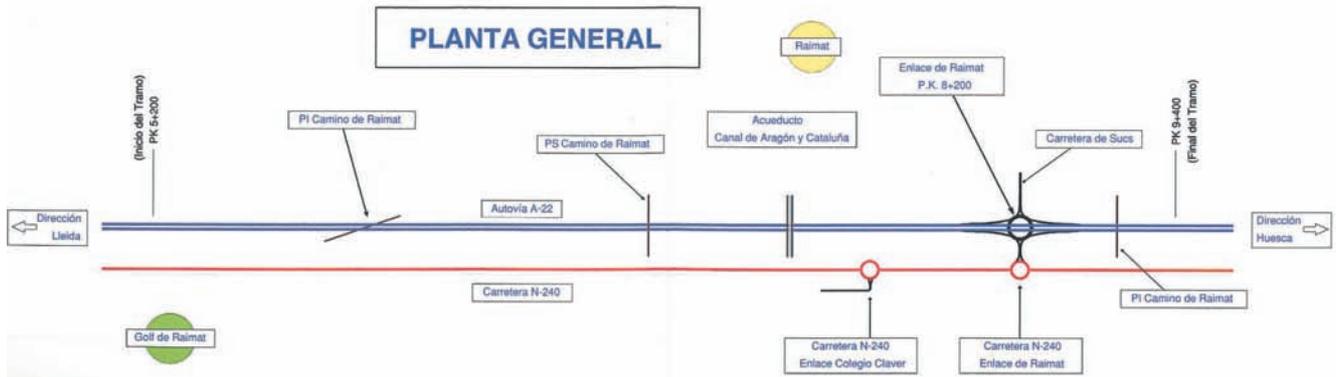
El tramo ha sido diseñado para una velocidad de 120 km/h, con un radio mínimo en planta de 2500 m. De han dispuesto curvas de transición entre alineaciones rectas y curvas. Las rasantes máximas y mínimas en el tronco de autovía están comprendidos entre el 3,7% y el 0,8%, respectivamente.

## Descripción del trazado

El trazado comienza en el p.k. 5,200, según la recta de salida de la boca norte del túnel de La Cerdera, discurriendo con un trazado sensiblemente paralelo a la N-240.

A partir del p.k. 5,900, y después de cruzar una acequia, el trazado se separa de la N-240, siguiendo una alineación circular de 2600 m de radio.

Después de pasar bajo el Canal de Aragón y Cataluña, que cruza la Autovía en acueducto, el tronco se aproxima a la N-240 median-



Trazado en planta del tramo finalizado.



Vistas parciales del tramo finalizado, de 4200 m de longitud, y diseñado para una velocidad de 120 km/h.

## Enlaces y estructuras

Dentro del tramo se ha incluido un enlace, el de Raimat, en el p.k. 8+200, de tipo diamante con glorieta inferior que acceso a las poblaciones de Sucs y Raimat, y une, mediante ramales, la A-22 con la glorieta existente en la N-240.

Además del citado enlace, hay que destacar que, para mantener la continuidad de los caminos existentes, se han construido dos pasos inferiores: el primero (p.k. 6+000), camino a Raimat, que cruza el eje de la autovía con un considerable esviaje y que se resuelve por medio de una pérgola, con un tablero de vigas prefabricadas; y un segundo (p.k. 9+252), ubicado en un camino, y resuelto por medio de una cajón de 10 m de anchura por 5,30 m de gálibo.

te una curva de 2500 m de radio, estableciendo como punto de paso en la planta del centro de la glorieta del Enlace de Raimat, de forma que la distancia entre ésta y la existente de la N-240 es mínima.

Después de pasar sobre una obra de drenaje y sobre un camino de acceso a la "Finca de Don Luis", siguiendo una alineación de 10 000 m de radio, el trazado finaliza en el p.k. 9,400, unos 60 m antes del cruce sobre el Canal de Valmanya.





Las rasantes máximas y mínimas en el tronco de autovía están comprendidas entre el 3,7% y el 0,8%, respectivamente.

Asimismo, también se ha instalado un paso superior, en el p.k. 7+280, mediante una losa pretensada de 4 vanos; y un cajón bicelular, de 5 m de anchura por 3,5 m de altura, en el p.k. 6+475, que tiene la doble función de servir como obra de drenaje transversal y de paso de fauna, ante el efecto barrera que origina el tronco de autovía.

Finalmente, el Canal de Aragón y Cataluña cruza sobre el eje de la autovía, en el p.k. 7+800, mediante la construcción de un acueducto de 3 vanos (de luces 29+36+29 m), con las pilas de apoyo inclinadas 30° con respecto a la vertical. La sección tipo es de forma trapezoidal con dos alas laterales, en forma de omega, que permiten la continuidad de los caminos de vigilancia y conservación del propio canal.

## Ficha Técnica

### Titular:

Demarcación de Carreteras del Estado en Catalunya.  
Ministerio de Fomento.

### Dirección de las obras:

D. Juan José Barrios Baquero,  
ICCP.

### Empresa constructora:

Copasa, Empresa Constructora.

### Jefe de obra:

D. Antonio Navarro Caparrós,  
ICCP.

### Asistencia técnica control y vigilancia de las obras:

Sercal, Ingenieros Consultores.

### Asistencia técnica a la redacción del proyecto:

G.O.C.

## Obras complementarias

Entre otras, las obras complementarias ha consistido en la instalación del cerramiento para evitar el acceso a la vía desde las fincas colindantes, así como la ejecución de la infraestructura necesaria para la instalación de postes SOS en el tronco de la autovía.

Además, se hizo necesaria la ejecución de un desvío provisional del Canal de Aragón y Cataluña, para permitir la construcción del acueducto planteado en el p.k. 7,800, y la realización de la obra civil necesaria para la instalación del alumbrado en el enlace de Raimat.

## Impacto ambiental

Como medidas correctoras de impacto ambiental más relevantes, destaca el diseño de la rasante de la autovía en trinchera deprimida respecto al terreno natural; la revegetación de taludes de terraplén mediante tierra vegetal, hidrosiembra y plantaciones; así como, la colocación de valla de cerramiento a lo largo de la Autovía. ■

## Unidades

### Excavación en desmonte:

1 231 000 m<sup>3</sup>

### Terraplén de tierra vegetal:

165 885 m<sup>3</sup>

### Terraplén:

1 534 488 m<sup>3</sup>

### Suelo seleccionado:

365 957 m<sup>3</sup>

### Zahorra artificial:

8 331,66 m<sup>3</sup>

### Suelo estabilizado:

83 825 m<sup>3</sup>

### Suelocemento:

24 588,5 m<sup>3</sup>

### Mezclas bituminosas

en caliente: 59 816,27 t

### Acero B-500 S:

1 191 744,06 kg

### Hormigón:

13 968,04 m<sup>3</sup>

### Cunetas revestidas:

13 799 m

### Barreras de seguridad

metálicas: 12 478 m

### Barreras de seguridad

New Jersey: 1238,1 m

### Bordillos:

3386 m

### Tubos hormigón armado:

1695,45 m

### Dren y colector:

3627 m

### Cartelería:

331,1 m<sup>2</sup>

### Actuaciones medioambientales:

Hidrosiembras: 144 724,34 m<sup>2</sup>

Árboles y arbustos: 16 118 u

Autovía del Nordeste, A-2. Madrid.

# Finalizada la conexión de la Calle Alcalá con la Avenida de Logroño

Alfredo López de la Fuente, ICCP  
y Director de las obras.

### Antecedentes

**E**ste proyecto, que ha supuesto una inversión de más de 21,192 millones de euros, contempla la conexión de la calle Alcalá con la Avenida de Logroño mediante la construcción de una glorieta sobre la Autovía del Nordeste, A-2. A esta glorieta acceden dichos viarios municipales, así como las vías de servicio existentes paralelas a la A-2, facilitando la comunicación entre ambas márgenes de la autovía y la accesibilidad a la misma. Para la construcción

de la rotonda, situada a un nivel similar al actual de los citados viarios, ha sido necesario deprimir la rasante de las calzadas de la autovía en una longitud aproximada de 800 m. Este proyecto figura en el Convenio suscrito en 1996 por el Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente (actualmente Ministerio de Fomento) y el Ayuntamiento de Madrid para la ejecución de esta obra y del nuevo Puente de Ventas sobre la M-30 (abierto en 1998).

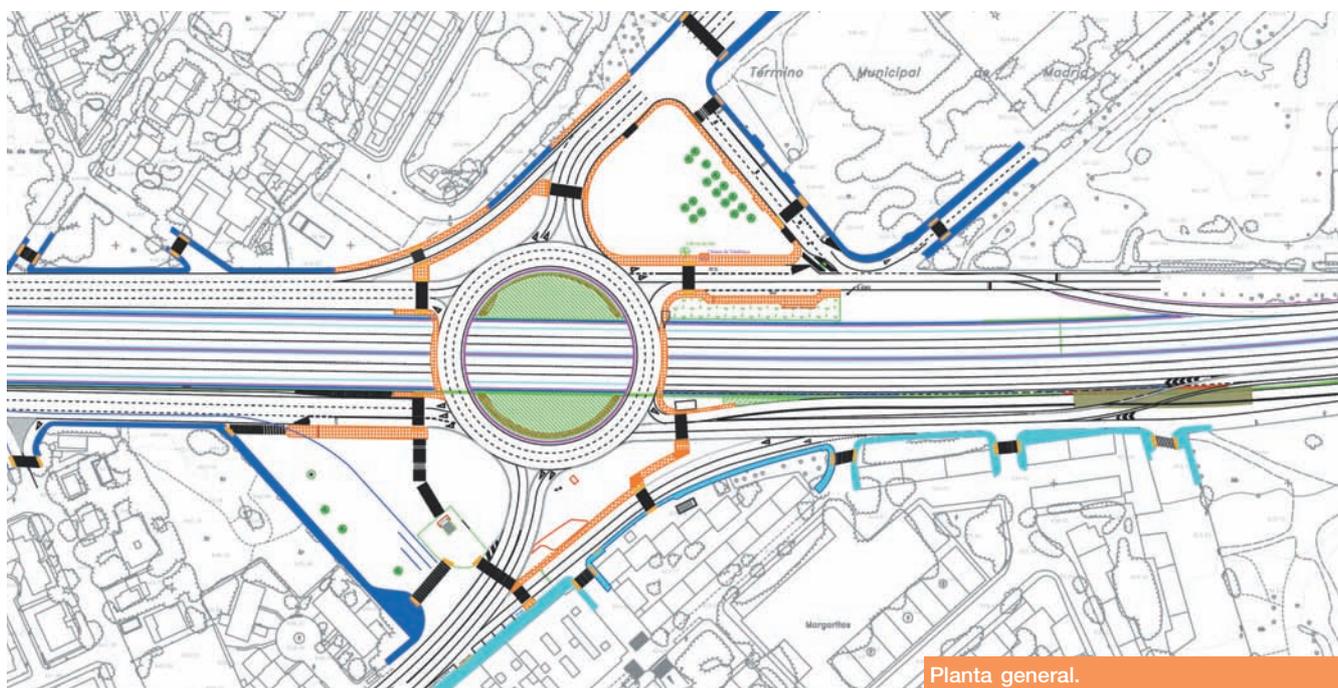
La pendiente longitudinal máxima del tramo finalizado es del 5% en autovía y del 6,024% en las vías de servicio.

El tramo se ha diseñado para una velocidad de 100-120 km/h en autovía, y de 40 km/h en las vías de servicio.

### Características técnicas

La principal actuación incluida en este proyecto es la construcción

## Accesos a grandes ciudades



Nueva glorieta sobre la A-2, de 96 m de diámetro.

de la nueva glorieta sobre la A-2 cuyo diámetro es de 96 m. La calzada anular de la glorieta tiene tres carriles de 3,50 m y arcén interior de 1,00 m. Además de la calzada se han dispuesto aceras de 2,00 m en las estructuras para el paso de peatones.

Esta rotonda cruza la A-2 mediante dos estructuras simétricas de tipología mixta: tablero de hormigón sobre viga cajón metálica. La planta del tablero de estas estructuras sigue una directriz circular, ya que forman parte de la glorieta que se ha construido. No tienen pila intermedia, salvando toda la autopista con un solo vano de 30,60 m y están apoyadas en las pantallas que sostienen el terreno tras el rebaje de la cota de la rasante de la A-2.

Por otra parte, se ha ejecutado también un paso inferior en la vía de servicio derecha de la A-2 (lado Sur), de manera que se permite sobre el mismo el acceso directo a la A-2, sentido Guadalajara. Con ello se facilita el acceso a los vehículos provenientes tanto de la c/Alcalá como de la Avenida de Logroño. Este segundo movimiento ha sido una mejora introducida en la ejecución de las obras ya que inicialmente sólo se facilitaba el acceso desde la calle Alcalá. Por el paso inferior circularán los vehículos que se dirigen hacia Madrid desde la vía de servicio derecha que, an-

tes de estas obras, estaban obligados a girar por la calle Boltaña para alcanzar la calle Alcalá. Con esta obra la vía de servicio será completamente bidireccional hasta la glorieta ejecutada. El paso inferior tiene una anchura de 5,50 m y un gálibo vertical de 5,10 m. Se ha ejecutado entre pantallas de pilotes.

La depresión de la rasante de la A-2 en este tramo ha conllevado la ejecución de pantallas de pilotes a ambos lados de la A-2 para sostener el terreno. Se han perforado cerca de 16 400 m de pilotes, siendo ésta la principal unidad del proyecto. La aparición de un nivel freático alto ha obligado a modificar la forma de ejecución de estas pantallas. En algunos tramos ha sido necesario perforar los pilotes utilizando camisa recuperable de chapa para evitar el derrumbamiento de la excavación por el empuje del agua.

Complementariamente, se han reordenado los movimientos de algunas de las calles municipales que accedían a las vías de servicio existentes, las cuales han sido mejoradas para adecuarlas a la nueva glorieta y al cambio de ubicación de las paradas de autobuses. Dada la situación de la obra ejecutada, en un área totalmente urbana, ha sido obligada la reposición de numerosos servicios afectados de todo tipo (telefonía, gas, líneas eléctricas, instalaciones de Dirección General de Tráfico, tuberías de abastecimiento, saneamiento, etcétera). Cabe destacar que ha sido necesaria la construcción de una nueva galería de saneamiento en sustitución de otros dos afectadas por la depresión de las calzadas de la A-2. Esta galería tiene algo más de 470 m y ha sido ejecutada en su totalidad en mina. Por otra parte, la ejecución de las obras ha requerido hasta cinco fases principales de desvíos de las calzadas de la A-2, así como desvíos del tráfico en las vías de servicio con afección a viarios municipales. También han resultado complejas las modificaciones en los recorridos peatonales que ha habido que efectuar para mantener la comunicación entre



Vista de la glorieta desde otra perspectiva.

ambos márgenes, así como la reubicación en las distintas fases de obra de las paradas de autobús existentes.

## Secciones tipo

La sección transversal en calzada de autovía se compone de 3 carriles de 3,50 m, arcén de 2,50 m más 0,50 m.

La sección de firme empleada en la restitución de las calzadas de la A-2 ha sido la 031, correspondiente a un tráfico T00. La mezcla asfáltica uti-

lizada en capa rodadura (tipo M-10) reducirá sensiblemente el ruido transmitido por la circulación. A ese efecto se suma el que produce la propia depresión de la rasante de la A-2. Con ello se producirá una menor afección acústica a las viviendas colindantes con la autovía.

Por último, añadir que se ha facilitado el tránsito de peatones sustituyendo el cruce existente de la A-2 mediante pasarela peatonal por la disposición de cruces a nivel. Con la colaboración municipal esos cruces han sido semaforizados. ■

U  
n  
i  
d  
a  
d  
e  
s  
  
M  
u  
n  
i  
c  
i  
p  
a  
l  
e  
s

**Excavación:** 116 406,95 m<sup>3</sup>

**Suelo seleccionado:**  
15 599,75 m<sup>3</sup>

**Zahorra artificial:**  
16 405,13 m<sup>3</sup>

**Mezclas bituminosas  
en caliente:** 45 601,50 t

**Hormigones:**  
14 555,81 m<sup>3</sup>

**Acero estructural:**  
174 971,01 kg

**Vigas para armar:** 543 543,22 kg

**Pilotes de 85 cm de diámetro:**  
8327,10 m

**Pilotes de 85 cm de diámetro:**  
8069,12 m

**Revestimiento de ladrillo:**  
7325,66 m<sup>2</sup>

F  
i  
c  
h  
a  
T  
é  
c  
n  
i  
c  
a

**Titular:**

Demarcación de Carreteras  
del Estado en Madrid.  
Ministerio de Fomento.

**Dirección de las obras:**

D. Alfredo López de la Fuente,  
ICCP.

**Empresa constructora:**

Bruesa Construcción

**Jefe de obra:**

D. Juan A. Martínez Caballero,  
ICCP.

**Asistencia técnica control  
y vigilancia de las obras:**

Cygsa, Control y Geología, S.A.

**Asistencia técnica**

**a la redacción del proyecto:**

UTE Geoteyco-CIPSA.

## PASIÓN EN CADA PROYECTO



No todos los aeropuertos son iguales. Ni las carreteras. Ni los puertos. Ni siquiera las vías del tren. Existe algo que los diferencia. La pasión al enfrentarse a su proyecto. El detalle en el diseño, en la planificación, en su desarrollo. Cómo se gestiona, el compromiso con el medio ambiente y, sobre todo, la calidad del equipo humano que hay detrás. En Ineco Tifsa llevamos más de 40 años marcando la diferencia, entregándonos a fondo en cada nuevo proyecto. Siendo un referente en ingeniería y consultoría del transporte, aplicando en más de 25 países la tecnología más avanzada según las necesidades de cada cliente. Cuando se pone pasión en los proyectos se nota en el viaje.

Referente en ingeniería y consultoría de transporte.



Jornada técnica sobre

# Explotación de carreteras y medio ambiente: un enfoque integrado



De izquierda a derecha, Sres. Sánchez Trujillano, Alejandro Mínguez y Alberola García que presidieron el acto de inauguración.

*Antonio Sánchez Trujillano, Presidente del Comité Técnico de Carretera y Medio Ambiente de la A.T.C.*

**E**l 22 de octubre de 2009, y en el salón de actos del Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas del CEDEX, tuvo lugar esta jornada, promovida por Ministerio de Fomento y el CEDEX, y organizada por Asociación Técnica de Carreteras.

### Jornada de mañana

La primera sesión, que se destinó a la contaminación acústica, fue coordinada por **D. Dámaso M. Alegre Marrades**, de Ferrovial Agromán y Presidente de la European Noise Barrier Federation-ENFB, que intervino en primer lugar con la ponencia **“Medidas de mejora de la calidad acústica en el entorno de las carreteras. Aspectos a considerar para la redacción de los planes de acción”**. En su

presentación, y entre otras cosas, el ponente expuso una serie de recomendaciones para la definición y proyecto de los dispositivos reductores de ruido que se deben de incluir en los Planes de Acción en carreteras.

Comenzó afirmando que la definición y proyecto de las dotaciones, o equipamiento antirruído de una infraestructura, es una tarea extremadamente compleja en razón a los factores que intervienen y que, por tanto, requiere de personal técnico con gran experiencia y altamente especializado. Para el ponente, la experiencia muestra cómo la excesiva simplificación a la hora de abordar los problemas del ruido del tráfico en carreteras, lleva a resultados poco satisfactorios.

Una vez definidas de forma precisa y optimizada las dimensiones, lugar de implantación y tipo de la pantalla acústica, revestimiento absorbente o cualquier otro dispositivo reductor de ruido, por instalar en una infraes-

tructura, deberá redactarse un pliego de condiciones que defina clara y adecuadamente, además de las características mecánicas y de durabilidad, la capacidad de aislamiento al ruido aéreo y de absorción acústica, según sea el caso, exigible a los materiales que se van a emplear, mediante los índices  $DL_R$  y  $DL_*$  respectivamente, definidas en las normas EN de aplicación en el caso de carreteras. La normativa anteriormente indicada puede suponer una gran ayuda para la redacción de los pliegos de condiciones técnicas, aunque en muchos casos puede precisar la inclusión de requisitos adicionales y/o alternativos para garantizar el adecuado cumplimiento final de la obra.

A continuación afirmó que las dotaciones y dispositivos reductores de ruido para infraestructuras de transporte suponen una costosa inversión, y conviene no olvidar que su única misión es la adecuada mejora de las

condiciones acústicas en el entorno de las infraestructuras, ya que, rara vez, aporta otra funcionalidad diferente. Esto, que parece obvio, se descuida en la práctica más frecuentemente de lo que podría suponerse, al tomarse decisiones parciales que afectan o modifican lo inicialmente previsto en los estudios de evaluación de impacto acústico y proyectos de medidas correctoras, y que afectan seriamente a la eficacia acústica y, por tanto, a la justificación económica de la inversión.

A continuación, y con el tema **“Establecimiento de prioridades en los planes de acción de la Directiva Europea”**, Mr. Jean Pierre Clairbois, Presidente del CEN TC226 WG6 y Consejero Delegado de A-Tech (Bruselas), presentó una nueva metodología aplicable a la toma de decisiones sobre dónde y cuándo se debe actuar en primera instancia, a partir de los resultados de los mapas estratégicos de ruido.

La segunda de las sesiones estuvo dedicada a la contaminación atmosférica y fue coordinada por su primer ponente, D. Antonio Laín Esponera, Consultor Ambiental, quien intervino con la ponencia **“La calidad del aire y la carretera”**. En ella afirmó que la contaminación atmosférica constituye, en España, un problema de una magnitud 10, 15 ó más veces superior a la seguridad vial, por número de fallecimientos prematuros y por los costes económicos asociados. Además afirmó que el tráfico, generado por varios factores es responsable de una fracción importante, 30% a 50%, de las emisiones contaminantes o de gases de efecto invernadero. Específicamente, el transporte por carretera es muy significativo.

Tras afirmar que todos los actores relacionados con el transporte están asumiendo, de grado o por fuerza, papeles más o menos importantes en la disminución de las emisiones, excepto los relacionados con la explotación, subrayó que queda sin cubrir un “rol” que es el de realizar el seguimiento de estas actuaciones y la emisión de informes para la toma de



De izquierda a derecha, Sres. Clairbois, Sánchez Trujillano y Alegre Marrades.

decisiones.

Los organismos responsables de la explotación de las vías de circulación, además de velar por la seguridad de los usuarios, que debe seguir siendo prioritaria, podrían asumir, auxiliados en lo que resultara necesario por los departamentos especializados, una serie de funciones, como la de proporcionar criterios de diseño para los distintos componentes de las carreteras, óptimos para minimizar las emisiones contaminantes, así como la de controlar la realidad de las emisiones mediante mediciones “al paso” con equipos LIDAR detectando las desviaciones sobre las de cálculo.

Además, cuantificar las emisiones realizadas en cada unidad geográfica y sus agregados mediante la aplicación de modelos adecuados, y valorar la aportación del tráfico a las situaciones de inmisión, mediante el empleo de modelos de última generación para que se tomen las decisiones paliativas adecuadas.

Finalmente, realizar el seguimiento con carácter anual de las condiciones de los estudios de proyecto, analizando las desviaciones y proponiendo soluciones.

Posteriormente y con la ponencia: **“Generación de gases de efecto invernadero y otros gases contaminantes”**, Dña. Laura Crespo García, del CEDEX, afirmó que la mejora de la movilidad comienza en la planifica-

ción del transporte con la ordenación territorial y el planeamiento urbanístico y que toda propuesta de planeamiento debe disminuir la necesidad de movilidad obligada, intensificando al máximo la red de transporte público, y evitando desarrollos urbanísticos dependientes del coche.

Desde los años 70 ha habido una apuesta decidida por la carretera que es el modo dominante de la movilidad, que soporta el 90% del tráfico de viajeros y el 85% de mercancías, situación que debemos corregir, si queremos encaminarnos hacia una movilidad sostenible.

Tras afirmar que, para mejorar la movilidad, hay que trabajar en potenciar la intermodalidad, con el objetivo de que el ferrocarril participe cada vez más en el transporte, finalizó sus conclusiones afirmando que la sostenibilidad ambiental está inmersa en la política de carreteras. Por ello, el nuevo Plan Sectorial de Carreteras deberá incluir el informe de sostenibilidad ambiental, que deberá ser presentado a todos los agentes sociales en procedimientos de participación pública.

Sin embargo, no quiso acabar su intervención sin dejar de hacer algunas reflexiones para el futuro, subrayando que el sector industrial cuenta con un control y seguimiento de las emisiones ligadas a su actividad en fase de explotación y que, en Co-

municipalidades Autónomas como Madrid y Cataluña, la red de carreteras es responsable de gran parte de las superaciones de material particulado en buena parte del territorio; y que no existe una fórmula administrativa que regule el control y seguimiento de las emisiones en la fase de explotación de las carreteras que, muy bien, podría venir de acuerdos voluntarios.

Para la ponente, sería necesario normalizar un sistema de gestión de la calidad del aire y promover un modelo de dispersión de la contaminación que cuantifique la proporción de contaminación de la carretera y permita actuar con previsión, así como adoptar unas soluciones como recondicionar la circulación, informar sobre el tráfico para reorientarlo y disminuir la velocidad de circulación.

La tercera de las sesiones, coordinada por **D. Miguel Soriano Moyano**, Director Técnico de TALHER, comenzó con la exposición del **“Tratamiento de márgenes en autovías”**, tema presentado por **D. Fernando Pedraza Majárrez**, de la Demarcación de Carreteras del Estado en Extremadura, del Ministerio de Fomento, quien centró su exposición en analizar exclusivamente los aspectos de diseño de la carretera ligados a la vegetación, contemplando su consideración en el ciclo de vida de la carretera y limitando también sus comentarios al caso exclusivo de las autovías de la Red de Carreteras del Estado implantadas en entorno interurbano. En su intervención presentó una serie de acciones para el futuro, afirmando que la utilización de la vegetación en el propio diseño de la carretera todavía no ha tocado fondo, ya que debemos decidir el modelo de diseño del entorno de la vía que queremos adoptar, teniendo en consideración, especialmente presente, la Seguridad Vial.

Deseamos –prosiguió– que el entorno de la vía disponga de un tratamiento de la vegetación que implemente las posibilidades enunciadas de guiado óptico, corredor ecológico, pantalla antideslumbramiento, etc., o ¿nos es suficiente con disponer de un



Sra. Crespo García y Sr. Lain Esponera.

horizonte despejado? Para el ponente, hoy disponemos de medios técnicos para alcanzar el primer estándar de diseño en todas las condiciones.

Por otro lado, en los tiempos actuales, donde la presión sobre los valores ambientales del territorio es tan fuerte, se debe potenciar la función de la autovía como corredor ecológico y refugio de fauna; con ello, además, se introduce una compensación de la afección provocada.

de integración ambiental de la infraestructura. Es entendible que las acciones deben estar priorizadas, pero las mejoras en esta línea requieren de muy pocos recursos en la mayoría de los casos.

Para ello, es fundamental también el seguimiento de los resultados obtenidos con el proyecto de construcción, proponiendo las correcciones o mejoras que se consideren convenientes.



D. Miguel Soriano en un momento de su exposición, acompañado por D. Fernando Pedraza (en el centro) y D. Ignacio Arbilla.

A nivel organizativo, es necesario plantear en fase de explotación la reposición sistemática de las plantaciones dañadas fuera del periodo de garantía de la obra, e incluso la posibilidad de completar las medidas

Dentro de las tareas habituales de mejora de la infraestructura en servicio, tiene que tener también cabida la actualización de las medidas de minimización de sus potenciales impactos ambientales. A día de hoy, nos damos



De izquierda a derecha, Sra. Crespo y Sres. Lain, Alegre, Sánchez Trujillano, Clairbois, Soriano, Pedraza y Arbilla

por satisfechos con el esfuerzo realizado durante los trabajos de construcción, y un país verdaderamente desarrollado no debe relajarse en el objetivo de alcanzar el mayor nivel de sostenibilidad en sus actuaciones.

En consecuencia, y con carácter general, es necesario incluir de forma extensiva el factor ambiental en fase de conservación y explotación de las autopistas, de forma que se alcance una verdadera "conservación integral".

A ello, concluyó, ayudaría mucho la creación de un Departamento en los Servicios Centrales de la Dirección General de Carreteras dedicado al seguimiento ambiental de las actuaciones y a tramitar las acciones de mejora.

Más adelante, y con la ponencia "**La vegetación en el ámbito de la explotación de las autopistas de peaje AP-6, AP-51 y AP-6**", **D. Ignacio Arbilla Sampol**, de *Abertis Autopistas*, subrayó la importancia de la revegetación y, particularmente en las autopistas citadas, presentó una serie de resultados, fruto de las experiencias realizadas, y expuso y analizó algunas de las especies que mejores resultados han obtenido frente al hielo, la nieve y la sal. Posteriormente, hizo lo propio con las siegas, llegando a una serie de conclusiones entre las que destacó lo imprescindible de realizar una correcta planificación de la vegetación y de la revegetación de los espacios afectos a la autopista, que suponen

la integración de las infraestructuras en el entorno, obteniendo también una reducción importante del impacto visual. Más adelante, llamó la atención sobre el necesario control de la erosión y la importante colaboración que supone la vegetación para la estabilización de taludes, justificando más adelante la necesidad de la simplificación de la gestión de las plantaciones durante la fase de explotación. Además, defendió la necesidad y la utilidad como reservorios de especies amenazadas, así como la mejora del servicio que puede dar, como, por ejemplo, en las áreas de descanso.

La jornada de mañana finalizó con coloquio-debate al que se incorporaron a la mesa todos los ponentes anteriores.

### Jornada de tarde

La cuarta sesión que se dedicó a la fauna fue coordinada por **D. Javier Forcada**, del *Departamento de Obras Públicas, Transportes y Comunicaciones del Gobierno de Navarra*, quien intervino en primer lugar con la ponencia "**Instalaciones específicas para fauna en carreteras**". En ella destacó, en primer lugar, la importancia que para la Administración Navarra tienen los accidentes de tráfico en los que están implicados animales silvestres, tanto de especies cinegéticas como no cinegéticas, así como de la participación de dicha Administración en la búsqueda de solu-

ciones a los mismos.

Resaltó la participación de las autoridades medioambientales en los costes derivados de accidentes en los que intervienen especies de fauna, y en las estadísticas que están elaborando con la información recopilada de los partes de dichos accidentes (localización exacta, hora del día, día de la semana, especie causante, etc.).

La información que se desprende de estos estudios constituye la información de partida para determinar las necesidades de dispositivos concretos de protección, tanto para permeabilizar el paso de la fauna, frente al efecto barrera causado por la carretera, como para impedir el acceso de animales a las carreteras, aunque sea de manera fortuita.

Esta información, junto con un conocimiento detallado de las especies de fauna y la distribución de sus hábitats en el territorio, permite llevar a cabo actuaciones perfectamente centradas en el objetivo perseguido: emplazar pasos de fauna para las especies apropiadas en el emplazamiento adecuado.

En esta línea son numerosas las actuaciones realizadas y en funcionamiento en Navarra, con un detalle adicional y es que éstas se planifican en la etapa de redacción de los proyectos, por lo que aparecen identificadas, dimensionadas y presupuestadas en el propio proyecto como parte integrante de éste, por lo que no representan un coste adicional, ya que carece de partida presupuestaria, y son



Sres. Sánchez Trujillano y Sánchez Macías.

de difícil encaje en etapas posteriores de gestión de la carretera.

La cuarta sesión finalizó con la ponencia **“Los servicios de mantenimiento de carreteras y su relación con la conservación de la fauna”**, de **D. Carlos López García**, *Consultor Ambiental* especializado en el estudio del impacto producido por las obras de ingeniería civil en la fauna, quien realizó un repaso a las diferentes actuaciones que deben ser tenidas en cuenta por los servicios de mantenimiento de carreteras en lo que a fauna silvestre se refiere. En primer lugar indicó que los pliegos de condiciones técnicas para los contratos de conservación de carreteras rara vez contienen indicaciones específicas sobre cómo se ha de realizar el mantenimiento de los diferentes elementos e instalaciones destinados a minimizar el impacto de las carreteras en la fauna, abogando porque en un capítulo específico de estos pliegos se definan convenientemente qué elementos de esta naturaleza deben ser objeto de mantenimiento, qué tipo de actuaciones hay que realizar, cómo, cuándo y con qué periodicidad. A continuación realizó una breve revisión de las diferentes medidas correctoras que se están aplicando en las carreteras españolas para disminuir su impacto sobre la fauna (reflectores luminosos, pasos de fauna, señalización de advertencia, vallados perimetrales, etc.), y de las que se están aplicando en

otros países y que, presumiblemente, pronto serán implantadas también en España, como los sistemas de tele-detección y aviso de presencia de fauna. Para cada una de estas medidas correctoras se expusieron las diferentes actuaciones que, según el criterio del ponente, deberían ser llevadas a

funcionamiento de las medidas correctoras aplicadas.

Finalmente y cerrando la sesión **“Conclusiones: Indicadores de estado”**, intervino **D. Carlos Sánchez Macías**, de AUDECA, con la ponencia **“Indicadores: una herramienta de ayuda a la explotación integrada de la carretera”**. En su intervención, el ponente subrayó que se detecta una falta de conexión entre los ejecutores de las medidas protectoras, correctoras y del programa de vigilancia ambiental contemplados en el estudio de impacto ambiental, que, por lo general, suele corresponder a los servicios de construcción de las diferentes Administraciones, y los encargados de mantenerlas y evaluar su idoneidad a lo largo de la vida útil de la infraestructura, que además, y por lo general, corresponde a los “servicios de conservación y explotación” de las diferentes Administraciones.

Desde nuestro punto de vista, sería deseable que los responsables de



En el centro de la imagen los Sres. Forcada y Sánchez.

cabo por los servicios de mantenimiento para que éstas resulten lo más eficaces posible. Por último, destacó la importancia que pueden tener los empleados de los servicios de conservación para detectar posibles puntos negros de atropellos, localizar puntos de cruce de fauna no previstos durante los estudios faunísticos previos a la construcción de la carretera, o identificar posibles deficiencias de

los servicios de conservación y explotación tuvieran un mayor protagonismo durante el desarrollo del programa de vigilancia ambiental, ya que, por lo general, se realiza tras la puesta en servicio de la infraestructura. Esta toma de contacto por parte de los servicios de conservación, desde el primer momento de la puesta en servicio de la carretera y con el seguimiento de la evolución de las medidas co-



Coloquio final. De izquierda a derecha, Sr. Lain, Sra. Crespo y Sres. Forcada, Sánchez, Alegre, Sánchez Trujillano, Sánchez Macías y Soriano.

rectoras o protectoras adoptadas, serviría para poder tener un mayor conocimiento de ellas e ir preparando los inventarios, manuales de inspección, fichas de indicadores de estado de las medidas, catálogo de operaciones que realizar para su mantenimiento, formación específica de operarios, etc., todo ello necesario, para poder “conservar” y seguir la evolución de las medidas adoptadas a lo largo de la vida útil de la carretera.

A día de hoy, somos conscientes que este seguimiento se realiza de forma metódica por muchos responsables de la explotación de la carretera, ya que, por una parte, en casi todos los sistemas de gestión conocidos se contemplan operaciones relacionadas con el medio ambiente; y, por otra, por la sensibilización de dichos responsables hacia el medio que rodea a la carretera. Desde este Comité hemos asumido el compromiso de recopilar, sistematizar y poner en común todas estas actuaciones que, a día de hoy, se realizan por los diferentes servicios de conservación, y desarrollar en lo posible otras, a las que hasta la fecha se les ha prestado menos atención, como pueden ser las afecciones a la calidad atmosférica, la calidad de las aguas, etc.

### Conclusiones

Finalmente, y a modo de conclusiones, se presentan las siguientes:

Se ha dedicado una atención y unos recursos nada desdeñables a los impactos ambientales de las carreteras en su fase de construcción, a través de un instrumento específico que es el estudio de impacto ambiental y de las herramientas asociadas a éste.

Sin embargo, no existe un tratamiento similar en la fase de explotación, en la que concurren impactos de otra naturaleza, sujetos a otra escala de tiempos, y para los que no existe un procedimiento que permita su detección, valoración y tratamiento.

Por ello, excluida la posibilidad de que tal procedimiento fuera independiente y al margen del resto de actividades de gestión de la carretera, entendemos que su implantación debe estar integrada en los procesos de conservación de las carreteras, de manera que sean éstos quienes, con la misma atención que se les dedica a los problemas de seguridad vial, señalización, u otros de fuerte arraigo en las tareas de conservación, incluyan como parte de su cometido las medidas necesarias para hacer un seguimiento eficaz de los problemas ambientales y aportar sus respectivas soluciones.

Dado que la tendencia de los procesos de conservación está orientada a su sistematización y tratamiento metódico, es conveniente que la atención a los problemas ambientales también

responda a este mismo esquema, lo que nos lleva a enunciar la relación de problemas ambientales que han de ser objeto de seguimiento en un determinado tramo de carretera y sus correspondientes indicadores que expresen la magnitud, intensidad y relevancia de los mismos. Conocidos y clasificados estos problemas en atención a dichos parámetros, se puede establecer un régimen de prioridades en relación con el plazo máximo de intervención que sería admisible para cada tipo de ellos.

En esta jornada se ha expuesto un conjunto de variables ambientales que pueden verse alteradas por la presencia de una carretera en su fase de explotación, así como la posibilidad de hacer uso de indicadores mediante los cuales se pueda conocer el grado de incidencia de dicha variable y la necesidad más o menos perentoria de instrumentar medidas correctoras.

Es intención de este comité seguir investigando en este sentido sobre las variables expuestas en esta jornada y sobre otras que, por razones de tiempo, no ha sido posible abordar ahora, con el fin de elaborar una hoja de seguimiento ambiental de las carreteras, en su fase de funcionamiento, que constituya una garantía para sus gestores de que se realiza un control correcto, eficaz y práctico de los valores ambientales asociados a su ámbito de afección. ■

### Jornada técnica sobre

# Cimentaciones singulares de puentes

El próximo 23 de marzo y en el salón de actos de la Confederación de Empresarios de Andalucía (Sevilla) tendrá lugar esta jornada organizada por la Asociación Técnica de Carreteras (Comités de Geotecnia Vial y Puentes), promovida por el Ministerio de Fomento, la Junta de Andalucía, la Asociación de Ingenieros Consultores de Andalucía (ASICA) y el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, con el patrocinio de la empresa Aepo, Cemos, Ayesa, Euroestudios, Inserco Ingenieros, TT&U. Vorsevi y V.S. Ingeniería y Urbanismo.

### Presentación de la jornada

El paso de ríos o de valles en las infraestructuras lineales viene dando lugar, durante el último siglo, a la realización de cimentaciones singulares en las que se han de apoyar puentes que pueden ser singulares o no.

En esta Jornada se trata de presentar el panorama actual de la problemática que se presenta en el caso de cimentaciones de puentes que constituyen un problema singular:

- Por apoyarse a media ladera.
- Por situarse sobre suelos blandos de la vega de ríos.
- Por empujes laterales y rozamiento negativo en zonas de estribos.
- Por empotramiento en yesos.
- Por perforación en rocas de diverso grado de alteración.
- Por encontrarse el apoyo a gran profundidad, etc.

También se incluyen los esfuerzos técnicos por conocer el estado de las cimentaciones de los puentes en estado actual de servicio.

La Jornada está dirigida a todos los técnicos relacionados con el diseño, construcción y conservación de puentes. Se incluye la posibilidad de presentar algunas comunicaciones libres sobre estos temas.

### Dirección técnica de la jornada:

**D. Carlos Oteo Mazo**, Presidente del Comité de Geotecnia Vial de la ATC.

**D. Álvaro Navareño Rojo**, Presidente del Comité de Puentes de la ATC.

### Programa

08:30 • 09:15 Acreditaciones.

09:15 • 09:45 Inauguración presidida

por: **D. Pedro Rodríguez Armenteros**, Director General de Infraestructuras Viarias. Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía.

09:45 • 10:30 Problemas geotécnicos singulares en las cimentaciones de puentes.

**D. Carlos Oteo Mazo**, Catedrático Ing de Terreno, Univ. Da Coruña.

10:30 • 11:00 Reconocimientos especiales del estado de cimentaciones en puentes.

**D. Álvaro Navareño Rojo**, ICCP, Dir. Gen. de Carreteras. Mº de Fomento.

11:00 • 11:30 PAUSA CAFÉ

11:30 • 12:15 Nuevo puente sobre la ría del Odiel en Punta Umbría. Condiciones especiales en el proyecto de la cimentación.

**D. José Luis Sánchez Jiménez**, Director Departamento de Estructuras de TYPESA.

**D. Pedro Ramirez Rodriguez**, Director Departamento de Geotecnia de TYPESA.

12:15 • 13:30 COMUNICACIONES LIBRES

13:30 • 14:00 COLOQUIO DEBATE

Con todos los ponentes anteriores.

14:00 • 16:00 ALMUERZO DE TRABAJO

Ofrecido por las empresas patrocinadoras.

**JORNADA DE TARDE**

16:00 • 16:30 Ejemplos especiales: Puentes de la Expo de Zaragoza.

**D. Germán Burbaño**, Dr. Ing. de C. C. y P., Dragados.

16:30 • 17:15 Puente de Andalucía. Córdoba. Problemática en la ejecución de la cimentación.

**D. Antonio Molina Ortiz**, Director de la Obras. Especialista en estructuras. AYESA.

17:15 • 17:45 COLOQUIO DEBATE

Con todos los ponentes anteriores.

17:45 • 18:00 Conclusiones y Acto de clausura.

### Secretaría de la jornada

Asociación Técnica de Carreteras, C/ Monte Esquinza, 24; 4º dcha. - 28010 Madrid (España). Tel.: (34) 91 308 23 18 - Fax.: (34) 91 308 23 19.

E-mail: congresos@atc-piarc.com  
comites@atc-piarc.com

La jornada tendrá lugar en: Confederación de Empresarios de Andalucía. C/ Arquímedes, 2. Isla de La Cartuja - 41092 SEVILLA.

### Cuota de la jornada

200 euros +16% IVA= 232 euros.

**Incluye:** La asistencia a la jornada, el café en el descanso, el almuerzo de trabajo, la documentación de la jornada y el certificado de asistencia.

El abono de la cuota de inscripción se realizará mediante uno de los sistemas siguientes:

- Transferencia a Banco Caminos, C.C.C. 0234-0001-07-9010287200 (Imprescindible adjuntar la copia de la transferencia junto con el boletín de inscripción).

- Por cheque a nombre de la Asociación Técnica de Carreteras. C/ Monte Esquinza, nº 24, 4º dcha. - 28010 Madrid. Tel.: 91 308 23 18 - Fax: 91 308 23 19.

E-mail: congresos@atc-piarc.com



# El Comité Técnico de Carreteras Interurbanas y Transporte Integrado Interurbano



En la imagen aparecen los miembros del Comité presentes en la reunión celebrada el 14 de octubre de 2009.

*Sandro Rocci, Presidente del Comité Técnico de Carreteras Interurbanas y Transporte Integrado Interurbano*

**E**ste Comité Técnico de largo nombre (un vestigio del que tenía uno internacional más antiguo, desaparecido en la última reorganización de los Comités Técnicos de la Asociación Mundial de Carreteras), ha sido mantenido con la sigla C-4 por la Asociación Técnica de Carreteras (ATC) aun cuando no se halle reflejado explícitamente en ninguno internacional. En la página web de la ATC se le ha asignado como equivalente internacional al B-2 “Explotación de las redes de carre-

teras”; pero también tiene concomitancias con el Comité Técnico C-13 “Seguridad Vial” de la ATC, más en lo relativo a las características del diseño de la carretera que a su explotación. En cualquier caso, se no pretende entrar en conflicto con la labor de este último Comité, sino complementarla.

Los miembros del Comité Técnico C-4 son poco numerosos y se reúnen cinco o seis veces al año. Pero, sin falsas modestias, la calidad compensa la cantidad: entre los 21 miembros hay siete representantes de la Administración (un Director General, un Subdirector General, un Jefe de Área, tres Jefes de Servicio y uno de

Sección), dos Catedráticos de Universidad, un representante del CEDEX, dos representantes de Concessionarios de autopistas, cinco altos directivos de Empresas consultoras, etc.

Este número relativamente reducido de miembros ha determinado un método de trabajo que se lleva ya empleando desde hace bastantes años: no se forman Grupos de trabajo, sino que una vez determinado un tema para ser tratado en el Comité, se le asigna un ponente para redactar un primer texto, el cual luego es debatido por el Comité en sus reuniones. De esta manera se está consiguiendo publicar uno o dos

temas al año, tanto como artículos para la revista RUTAS como monografías independientes.

Entre las publicaciones más recientes del Comité figuran las siguientes:

- “Stop” o “Ceda el Paso” en intersecciones interurbanas de tres tramos (publicado en la Revista RUTAS número 91).

- Estructura general de las declaraciones del impacto ambiental, y su repercusión en los proyectos de carreteras (publicado en la Revista RUTAS número 97).

- El impacto de los desarrollos urbanísticos sobre la red viaria (publicado en la Revista RUTAS número 100).

- Estudio integral de la plataforma de una autopista y sus márgenes (publicado en la Revista RUTAS número 108).

- Propuesta para la reordenación de los límites de velocidad (publicado en la Revista RUTAS número 113).

- La revisión de los límites de ve-



De izquierda a derecha, Sres. Recuenco y San Juan, Sra. Ruiz, y Sres. García, Ortiz y Estremera.

- locidad (Monografía en 2006 [ISBN: 84-95641-11-9]).

- La sección transversal de las carreteras: un diseño orientado a la seguridad (publicado en la Revista RUTAS número 120, y luego como monografía en 2007 [ISBN: 978-84-95641-13-7]).

- Regulación de la circulación en las glorietas multicarril: análisis y propuestas (publicado en la Revista RUTAS número 125).

- Diseño de salidas de altas prestaciones (publicado en la Revista RUTAS número 128).

Actualmente se está trabajando sobre un documento relativo a las Autopistas en medio suburbano.

Siguiendo la actual tendencia a que los Comités Técnicos organicen Jornadas sobre temas de su interés, se ha programado para el mes de abril de 2010 una Jornada sobre “Medianas y márgenes”. ■



De derecha a izquierda, Sr. Berruezo, Sra. Monercillo, y Sres. Rocci, Pedraza, Díez y Mijangos.

# El Comité Técnico de Seguridad Vial



Miembros asistentes a la reunión del 9 de febrero de 2010.

*Roberto Llamas Rubio,  
Presidente del Comité Técnico  
de Seguridad Vial.*

**E**l Comité de Seguridad Vial cuenta entre sus miembros con representantes de diversos organismos, tanto de la Administración General de Estado (Dirección General de Tráfico, y Ministerio de Fomento), como de las Administraciones Autonómicas, empresas y asociaciones del sector de la carretera, involucradas de una u otra manera con la seguridad de la circulación en las carreteras españolas. Es por tanto un punto de encuentro de los profesionales que trabajamos en el campo de la seguridad vial y sirve como lugar de intercambio de conocimiento y experiencias relacionadas con la in-

fraestructuras y su gestión, para mejorar la siniestralidad en las vías.

## **Nueva etapa**

Esta nueva etapa del comité se inició en la reunión que se mantuvo en septiembre de 2008, en la que se renovaron y aceptaron los nuevos cargos del mismo para el siguiente periodo. Fue entonces cuando se renovó, por unanimidad, el cargo de Presidente que ostentará durante el próximo periodo de 4 años; y también se eligieron dos nuevos Secretarios: **Dña. Ana Arranz** (*Prointec*) y **D. Pablo Pérez de Villar** (*Ministerio de Fomento*). Así mismo se establecieron los temas a analizar y se repartieron las tareas en diferentes grupos de trabajo.

## **Reuniones plenarias y de trabajo**

Desde entonces, se han mantenido numerosas reuniones de trabajo y el Comité ha mantenido 5 reuniones plenarias. Quisiera mencionar aquí la mantenida en junio de 2009 por la particularidad de que se celebró en un entorno excepcional de la provincia de Barcelona, gracias a la gentileza del grupo Abertis que nos ofreció la sede de su Fundación ubicada en El Castillo de Castellet. Dicho castillo se encuentra en un enclave natural privilegiado, rodeado por el espacio natural del parque del río Foix, y nos proporcionó un agradable ambiente de recogimiento y concentración durante la reunión mantenida, así como momentos de esparcimiento y distensión poste-



De izquierda a derecha, Sr. Leal, Sra. Colás, Sr. Puerto, Sras. Plaza y Jimeno, y Sres. Corredor, De Artega y Morales.

riormente.

Quisiera aprovechar la ocasión que me brinda la Revista Rutas para expresar mi agradecimiento a Abertis por su estupenda acogida y especialmente a D. Víctor Blanco, como miembro del Comité por parte de Abertis y promotor de dicha iniciativa; a D. Joan Altarriba (responsable del Departamento de tráfico y estudios de Abertis), a D. José Vicente Solano (asesor de Abertis y miembro del comité de carreteras interurbanas de la ATC) y claro está, a D. José María Morera (Director de Abertis), que fue quien hizo posible este evento. Muchas gracias a todos.

## Objetivos del Comité

Entre los objetivos que nos hemos establecido está la elaboración de informes técnicos, con recomendaciones adaptadas a las particularidades de nuestra red de carreteras, sobre determinados temas de actualidad en seguridad vial, algunos de ellos novedosos a nivel nacional y que confluirán en varios artículos que pretendemos redactar y presentar al Comité Técnico de la revista Rutas para su publicación y divulgación a través de este canal de la ATC. También aprovecharemos la oportunidad que nos brinda la web

de la Asociación para poder difundir a nuestros colegas transoceánicos, las diferentes notas técnicas, informes y artículos que vayamos redactando, tal como éstos nos lo han solicitado en reiteradas ocasiones.

Por último, señalar que nos hemos planificado la celebración de un par de jornadas técnicas/*Workshop* (de un día de duración) sobre temas específicos (Manual de seguridad vial y nuevas herramientas de gestión de la seguridad vial), así como el Congreso Nacional de Seguridad Vial de la ATC, que es un referente nacional en la materia y que se viene celebrando cada 4/ 5 años. El último tuvo lugar en Sevilla.

## Próximo Congreso Mundial de Carreteras

Desde este Comité se está impulsando la preparación de ponencias nacionales para el Comité Mundial que se celebrará el Méjico el año próximo, de forma que la presencia española sea destacada, más en esta ocasión que el Congreso se va a celebrar en un país hispanohablante y donde desde España podemos contribuir a difundir las buenas prácticas y experiencias que estamos desarrollando y que tan buenos resultados están dando en nuestro país

## Grupos de trabajo: objetivos y líneas de actuación

Con el objeto de ser más operativos y eficaces en la labor del Comité, el trabajo planificado para este periodo se ha distribuido entre sus miembros a través de grupos de trabajo, al frente de los cuales se ha designado un responsable, que apoya al Presidente del Comité en la labor de impulsar y coordinar sus actividades. Los grupos de trabajo son los siguientes:

### GT-1: Incorporación del factor humano en el diseño de carreteras

Este grupo de trabajo está liderado por **D. José María Pardillo** (Universidad Politécnica de Madrid) y se ha propuesto analizar cinco temas clave:

- El “proceso de conducción: modelos de comportamiento del conductor y de otros usuarios de la carretera. Procedimientos de medida”.
- La “visión en el proceso de conducción”;
- Los “factores determinantes de la elección de la velocidad de circulación” y los “condicionantes particulares de los conductores de edad avanzada”. Sobre ellos se elaborarán los correspondientes informes, estando ya prácticamente finalizado



De izquierda a derecha, Sres. Olivares, Hervás, Camps, Rodríguez, Oña, Pérez de Villar y Sra. Arranz.

el correspondiente al primero, y, próximamente, se presentará una propuesta de artículo a la revista *Rutas*.

### **GT-2 El diseño seguro de las áreas urbanas**

Liderado por **D. Alfredo García** (*Universidad Politécnica de Valencia*). En este grupo de trabajo se analizan los aspectos particulares del diseño de las áreas urbanas desde el punto de vista de la seguridad vial. Como *output* se persigue elaborar un manual y catálogo de buenas prácticas de diseño en el ámbito más urbano, así como adaptar la guía de auditorías e inspecciones de seguridad vial elaborada por el Comité internacional de la PIARC al medio urbano.

### **GT-3 Seguridad en obras**

Bajo este título tan genérico, este grupo, liderado por **D. Pablo Sáez** (*ACEX*), se centrará en dos actividades fundamentales: por un lado, en herramientas para favorecer la implementación de la normativa de forma que su procedimiento de aplicación se sistematice de una forma más sencilla y a la vez útil; y, por otro lado, en analizar determinados aspectos de la señalización para que ésta sea más creíble.

Dentro de la primera línea de trabajo (implementación de la normativa), se ha considerado oportuno y muy práctico la elaboración de un

“manual de bolsillo” para la señalización de obras fijas, basado en la normativa del Ministerio de Fomento. Su objetivo es convertirse en una herramienta cotidiana y muy práctica para capataces, encargados, vigilantes COEX, etc, de forma que la puedan llevar permanentemente consigo (de ahí, el formato “bolsillo”) y donde se muestre gráficamente y cuantitativamente ( $n^{\circ}$  y tipo de señales) la señalización reglamentaria y recomendable (en base a la práctica, y no recogida en la normativa) en las distintas situaciones que se puede presentar, tanto en autovías como en carreteras convencionales. Dicho manual ya está en estado muy avanzado, por lo que se pretende editar un prototipo para recoger las observaciones de los colectivos a los que va orientado, de forma que se pueda mejorar antes de su impresión definitiva.

La otra línea de trabajo persigue elaborar, bajo el título de “hagamos creíble la señalización”, unas recomendaciones para este fin. Para ello, se analizarán casos prácticos “mejorables”, para lo que se han solicitado fotografías de casos reales de señalización a las empresas de conservación y diferentes organismos. También se pretende realizar una encuesta entre los Jefes Coex, Directores de obra y ope-

rarios para disponer de un mayor número de sugerencias y propuestas de iniciativas, para mejorar la credibilidad y efectividad de la señalización.

### **GT-4 La gestión de accesos**

El objetivo perseguido por este grupo de trabajo, liderado por **Dña. M<sup>a</sup> Carmen Plaza** (Comunidad de Madrid), es poner de manifiesto la problemática inherente a los accesos a las carreteras (según su tipología, características de tráfico que soportan y funcionalidad de la vía), su influencia en la seguridad de la circulación, exponer diferentes experiencias en la gestión de los accesos y su posible aplicación a nuestro país.

Para ello, el trabajo se está centrando en la recopilación de normativa nacional e internacional al respecto y en la realización de un análisis comparativo a nivel nacional, así como de los efectos sobre la seguridad vial-accidentalidad, mediante la realización de un estudio de accidentes en España relacionados con los accesos, y elaboración de unas recomendaciones o protocolo deseable de actuación.

### **GT-5 Análisis de tecnología de alto rendimiento en la realización**

## de inspecciones de seguridad en carreteras existentes

Las inspecciones de seguridad de las carreteras en servicio es un procedimiento que propugna la Directiva europea sobre gestión de la seguridad de las infraestructuras. El trabajo encomendado a este grupo, liderado actualmente por **D. Jorge Rodríguez** (AEPO) es analizar y divulgar las tecnologías de alto rendimiento existentes para la realización de estas revisiones. Hay que tener presente que la realización de estas

pos de trabajo, se ha constituido uno específico de:

### GT- “Apoyo a los miembros del Comité Internacional de Seguridad Vial de la PIARC”.

Este grupo, por primera vez, se ha dividido en dos subgrupos: el C.1 “Seguridad Vial e Infraestructura” y C.2 “Explotación Vial más segura”. Con ello se persigue ayudar a los miembros españoles en la preparación de los documentos, encuestas, formularios, etc, solicitados por el Comité homólogo internacional.

mortales en carretera en el año 2010 (en relación con los niveles del 2001).

Pero, como he dicho anteriormente, debemos seguir trabajando para mejorar aún más, por ejemplo en la seguridad en las vías secundarias y en las ciudades. En este sentido, señalar que se está elaborando un nuevo Plan Estratégico de Seguridad Vial 2010-2020, en el que se han identificado los principales aspectos y colectivos sobre los que se deben acentuar los esfuerzo y se



En la foto, Sra. Arranz y Sr. Llamas, en un momento de la reunión celebrada el pasado 9 de febrero de 2010.

inspecciones al conjunto de una red gestionada por una Administración requiere de una metodología, herramientas y medios completamente diferentes que las realizadas en tramos puntuales, concretos y de una longitud mas o menos limitada (también su fin es otro). Las Administraciones de carreteras se están o pueden plantearse llevarlas a cabo en toda su red, por lo que este trabajo que se pretende sería bien recibido. En este sentido señalar que el Mº de Fomento ya ha realizado una revisión a esta escala antes de la promulgación de la citada Directiva, por lo que es necesario adaptar los mecanismos e incluso aprovechar nuevas tecnologías.

Por último, quisiera mencionar que, transversalmente a estos gru-

## La seguridad vial en España

Llegado este punto, nos resta hacer una reflexión sobre la seguridad vial en España, la cual ha avanzado de una manera muy positiva y decidida en los últimos años. Ello nos ha permitido situarnos dentro del grupo de cabeza de los países europeos en este campo, si bien todavía tenemos recorrido hasta alcanzar los niveles de los más punteros de este grupo. En este sentido baste decir que España es uno de los cinco países europeos (junto con Francia, Luxemburgo, Portugal y Letonia), en disposición de lograr el objetivo establecido por la Comisión europea de alcanzar una reducción del 50% de las víctimas

plantean las medidas a desarrollar por los diferentes organismos y entidades.

Finalmente y dentro de las aportaciones que puede realizar este Comité, señalar que, desde este Comité de la ATC, que está presente en el seno del Consejo Superior de Seguridad Vial –encargado de la elaboración del Plan Estratégico de Seguridad Vial 2010-2020 antes mencionado–, seguiremos trabajando para analizar técnicamente distintos aspectos de la accidentalidad, fundamentalmente relacionados con las infraestructuras, y establecer recomendaciones, manuales, divulgar buenas prácticas, etc., con lo que ayudar a conseguir reducir los niveles de accidentalidad y mortalidad en nuestras carreteras. ■

# La UPM de Madrid ha concedido el II Premio, en su “Certamen de Divulgación Científica y Tecnológica”, a D. Miguel Ángel del Val y a D. Juan Gallego



D. Miguel Ángel del Val Melús y D. Juan Gallego Medina.

**E**n su "**Certamen de divulgación científica y tecnológica**" del año 2009, la Universidad Politécnica de Madrid ha concedido el segundo premio al trabajo titulado "**Sobre las enfermedades de los pavimentos de las carreteras**", firmado por los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos y Profesores de la Escuela de Madrid **D. Miguel Ángel del Val Melús** y **D. Juan Gallego Medina**.

Se trata de un trabajo dirigido a un público no especializado en el que se intenta hacer comprender el significado real de los deterioros que se pueden observar en ocasiones en los pavimentos de las carreteras. Para ello, se empieza haciendo una referencia a la supuesta durabilidad de las vías construidas durante el Imperio Ro-

mano, señalando que, en absoluto, hoy las carreteras duren menos en buen estado o sean peores, puesto que los tramos que nos han llegado desde la Antigüedad son sólo una ínfima parte de los que se construyeron, y, además, fueron objeto de múltiples reparaciones ya desde su origen.

A continuación, se establece una comparación entre los pavimentos viarios y el cuerpo humano: al igual que en la medicina se progresa permanentemente en el conocimiento y en el tratamiento de las enfermedades, en la conservación de las carreteras se avanza en la identificación de “nuevos” deterioros y se mejoran las técnicas tanto para su prevención como para su tratamiento. En este sentido, se hace referencia a una “enfermedad” de los pavi-

mentos asfálticos recientemente identificada: la fisuración descendente. Se subraya que suponen un obstáculo para conseguir pavimentos de larga duración, que es un objetivo comparable al de la prolongación de la esperanza de vida, y se hace una breve referencia tanto a las técnicas que se están desarrollando para su identificación como a la manera de prevenir este deterioro. Estas reflexiones con las que acaba el trabajo son fruto de un estudio que ha sido realizado como parte del denominado “**Proyecto Fénix**”, financiado por el Centro de Desarrollo Tecnológico e Industrial (CD-TI) en el marco del programa CENIT, y en el que participan los citados profesores junto a otros investigadores de distintas entidades públicas y privadas. ■



De izquierda a derecha, el Rector de la Universidad Politécnica de Madrid, D. Javier Uceda; el premiado, D. Carlos Zanuy; el Ministro de Fomento, D. José Blanco; el premiado, D. Alberto León; y el Presidente de ANCI, D. Jaime Lamo de Espinosa.

# D. José Blanco presidió la entrega de los Premios de la Asociación Nacional de Constructores Independientes (ANCI)

**E**l pasado 20 de enero de 2010, el Ministro de Fomento, D. José Blanco presidió en Madrid el acto de entrega de los premios que la Asociación Nacional de Constructores Independientes (ANCI) otorga a destacadas tesis doctorales sobre obras públicas.

La Asociación Nacional de Constructores Independientes (ANCI) es una agrupación de empresas de la construcción de tamaño mediano o grande que desarrollan su actividad en todos los subsectores de la construcción, con preferencia en la contratación pública. Nació a finales de 1997 como nuevo interlocutor ante las Administraciones Públicas y otros estamentos económicos, políticos y sociales.

En su intervención en el acto, el Ministro manifestó su "reconocimiento" a la labor que realiza esta organización y las empresas que la forman. Blanco también resaltó el valor de estos premios, ya que "estimulan la in-

vestigación y la innovación especialmente aplicadas a la obra pública". En esta edición, los premios han sido otorgados a los Doctores Ingenieros de Caminos, D. Carlos Zunuy Sánchez y D. Alberto León Alonso.

El Sr. Blanco destacó la necesidad de contar con empresas e ingenieros "para avanzar hacia infraestructuras y modelos de transporte más eficientes energéticamente, que nos encarrilen hacia un nuevo modelo productivo basado en la sostenibilidad".

Para lograr estos objetivos, el Ministro destacó la trascendencia de la futura Ley de Economía Sostenible, que incentivará las actividades de innovación tecnológica en las empresas y también reducirá las cargas administrativas.

### **Colaboración público-privada**

En el marco de esta ley, el Minis-

tro hizo referencia al Programa de inversiones en Infraestructuras para el transporte sostenible, que está impulsando el Ministerio de Fomento. Este programa de colaboración público-privada no sólo estará enfocado a la construcción de la infraestructura, sino también a su conservación y explotación.

"Los agentes privados aportarán los recursos necesarios para proyectos financiables, asumiendo los riesgos de disponibilidad y construcción, que serán definidos de forma que sean previsibles. Por su parte, el Estado abonará las inversiones en el largo plazo con un compromiso anual de recursos relativamente pequeño", explicó el ministro.

Por último, el Sr. Blanco recordó que el Ministerio de Fomento ha elaborado para este año 2010 unos presupuestos ambiciosos en la inversión, que superará los 19 000 millones de euros. ■

# El Viaducto de Montabliz, Premio Acueducto de Segovia 2010



En la foto, responsables de Ferrovial Agroman recogiendo el premio, junto a D. Edelmiro Rúa, Presidente del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

**E**l 18 de febrero de 2010, el Viaducto de Montabliz ha sido premiado, durante la celebración del IV Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente, el Premio Acueducto de Segovia, en su 4ª edición, que reconoce la obra civil más respetuosa con el Medio Ambiente. Esta actuación, proyectada por Apia XXI y desarrollada por Ferrovial-Agroman, se ha hecho con este premio por su importancia tecnológica y funcional que resuelve con excelentes soluciones los retos y los riesgos de afecciones a zonas muy sensibles desde el punto de vista natural. Además, el jurado ha valorado de forma muy positiva la realización de varios cambios de resalte y las soluciones constructivas adoptadas para la protección de valores naturales y culturales. Así mismo, se han propuesto y ejecutado medidas adecuadas para la prevención y corrección de los impactos ambientales.

Este proyecto, el Viaducto de Montabliz, corresponde al puente situado

entre los municipios de Bárcena de Pie de Concha y Molledo en la comunidad autónoma de Cantabria. Esta obra de la ingeniería civil es especialmente conocida por ser, hasta hoy, el puente más alto de España y el sexto de Europa, con 150 m de altura sobre el río Bisueña. Su construcción ha tenido como objetivo proteger, de forma especial, el significativo bosque mixto de robles y hayas de Montabliz, así como su fauna.

El Premio reconoce cada dos años la mejor obra de ingeniería civil teniendo en cuenta consideraciones medioambientales en el proyecto, ejecución y explotación de dicha obra. Este galardón premia conjuntamente a los promotores, proyectistas y constructores de la obra civil elegida, cuyo requisito imprescindible es haber sido finalizada entre el 1 de enero de 2007 y el 31 de diciembre de 2008.

### Menciones de honor

Además, dos proyectos han sido

premiados con menciones de honor, como es el caso del Puente del Dragón de Alcalá de Guadaíra y la Presa de la Breña II en Córdoba. El proyecto del Puente del Dragón ha sido proyectado por la empresa Ayesa y construido por la Unión Temporal de Empresas Fernández Constructor, S. A. (Buesa) y Modocar S.A., mientras que el de la Presa de Breña II ha sido proyectado por Idom y construido por Dragados S.A.

El jurado ha valorado el encaje de los proyectos presentados en su entorno y medio ambiente, teniendo en cuenta la importancia tecnológica y funcional de las obras, su carácter social y cultural, la calidad ambiental de sus medidas proyectadas y sus valores estéticos y paisajísticos. Este ha sido constituido por los Presidentes de la Comisión de Medio Ambiente y de la Comisión de Construcción y Financiación de Infraestructuras presidido por el Presidente del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. ■

# Carreteras

## Inicio de obras

### Conexión Autovía del Camino con la Rioja

**E**l Ministro de Fomento, D. José Blanco presidió, el 16 de enero de 2010 en Logroño, el acto de inicio de obras de la **conexión de la Autovía del Camino con La Rioja** y de la **prolongación de la LO-20 hasta Recajo**. Al acto también asistieron los Presidentes de Navarra y La Rioja, D. Miguel Sanz y D. Pedro Sanz.

El Gobierno de España destinará más de 76 millones de euros a la construcción de esta infraestructura que será llevada a cabo por las empresas Acciona Infraestructuras y Construcciones Ingeniería y Gestión de Obras.

Para la materialización de la conexión, el proyecto contempla la prolongación de la autovía LO-20 desde Logroño hasta Recajo, y de la autovía A-12 hasta superar el límite de Navarra con La Rioja y el enlace entre ambas autovías. Asimismo, el proyecto contempla también las conexiones con el enlace que el Ministerio de Fomento ya está ejecutando en Recajo y que permitirá un nuevo acceso a la autopista AP-68.

Esta nueva infraestructura supondrá por tanto una mejora sustancial en las comunicaciones no sólo entre Logroño y Pamplona sino también en el conjunto de itinerarios de más largo recorrido conformados por la red de carreteras de Navarra y la del Estado, cuya conectividad se ve potenciada.

#### Tramos

##### Conexión de la A-12 con La Rioja

La conexión se ha proyectado en prolongación del trazado definido en los tramos anteriores de la A-12 en Navarra. Comienza en el término de Viana (Navarra) y restituye el tráfico en dirección a la NA-134 a través del ramal Este (el más próximo a Menda-

via).

En el inicio del trazado, se proyecta un paso sobre la NA-134 (en su tramo entre Mendavia y Logroño) y otro para la reposición del trazado de la Cañada Real Pasada Principal del Ebro.

El final del tramo se localiza tras el cruce con el Río Ebro, el cual se salva mediante un viaducto. Tras este punto, la carretera conecta ya en La Rioja con los ramales del Enlace de Conexión A-12/Prolongación LO-20.

##### Prolongación LO-20 hasta Recajo

El trazado hará un recorrido de Oeste a Este al sur de Logroño, tomando como inicio el punto el comienzo del ramal de acceso a la vía de servicio del Polígono Industrial de La Portalada.

En su tramo inicial, discurre sobre el corredor de la N-232, ampliando la plataforma existente y salvando la línea del ferrocarril. Se proyecta un muro a lo largo del tramo, al pie de la vía existente de dicha infraestructura, con el fin de evitar la afección a la misma.

Después el trazado se despega del corredor actual de la N-232 tomando dirección nordeste para cruzar sobre la vía del ferrocarril, la doble vía del AVE Zaragoza-Logroño y la reposición de la línea de ferrocarril convencional. Se prevé la ejecución de una pérgola de grandes dimensiones que coincida con el cauce del Arroyo Valsalado, que será repuesto.

En el p.k 1,700 se dispone el cruce sobre el Camino Viejo de Calahorra, que coincide con la vía pecuaria del Ebro, así como la antigua calzada romana en el itinerario Calahorra-Varea.

A continuación, se proyecta la conexión de la prolongación de la LO-20 con la Autovía del Camino de Santiago A-12, que se realizará de tal forma que permita todos los movimientos posibles.

Tras dicha conexión, se prevé un nuevo paso sobre la antigua calzada romana y sobre el ferrocarril, con una

nueva pérgola sobre la doble vía del futuro AVE y la actual vía simple convencional, que en este tramo coincidiría con la reposición prevista.

Finalmente, la prolongación accede al trazado de la actual N-232 hasta el Enlace de Recajo. Se modificarán los dos ramales anteriores con el fin de conectarlos a la nueva autovía y se ampliará la glorieta situada al sur de la N-232.

#### Características técnicas

En total, se van a construir 6,5 km de autovía de los cuales 4,65 se corresponden con la prolongación de la LO-20 y 1,85 con la prolongación de la A-12. A ellos se añaden 2,47 km que suman las longitudes de los ramales del enlace entre ambas.

La sección tipo es de autovía con calzadas separadas, con dos o tres carriles de 3,50 m por sentido según tramos, y mediana de ancho variable entre 1,50 y 3 m. El trazado contará con pendientes máximas del 4%.

#### Puente sobre el Ebro

En el conjunto de las obras destaca el capítulo correspondiente a las estructuras. Se van a construir un total de 12, entre las que destaca el nuevo viaducto sobre el río Ebro.

Esta infraestructura sobre el Ebro tendrá 353 m de longitud divididos en dos tramos: un tramo principal de 120 m de longitud, que salvará limpiamente el cauce del río sin apoyos intermedios con una tipología estructural de arco parabólico metálico con tablero inferior mixto; y un segundo tramo de 233 m que constituirá el acceso al tramo en arco, con un esquema estructural tipo losa continua postesada de hormigón in situ con seis vanos de entre 35,2 y 39,2 m de luz. Así, se minimizará la ocupación de terrenos en la margen izquierda del río, permitiendo la máxima permeabilidad en esa zona, posibilitando asimismo el cruce a nivel inferior de un camino y el canal de Mendavia.

La sección transversal del tablero presentará tres calzadas en cada sen-



## Carreteras

tido separadas por una mediana, con un ancho total de 30 m.

En la construcción del tramo en arco se utilizará un método de empuje y recogida que no necesita recurrir a apoyos intermedios provisionales dentro del cauce tal y como exige la D.I.A. El tramo de acceso se construirá mediante la utilización de cimbra convencional apoyada directamente sobre el terreno ya fuera del cauce.

### Otras estructuras y enlaces

Los pasos de la autovía LO-20 sobre el FFCC Castejón-Bilbao y futura línea del AVE Castejón-Logroño se resolverán mediante dos pasos inferiores tipo pérgola dado su elevado esvaje, con longitudes de 293 y 134 m.

Los cruces a distinto nivel de los ramales del enlace principal entre la LO-20 y la A-12, se salvarán con la ejecución de una estructura de hormigón pretensado in situ de planta curva de longitud 294 m, y un paso inferior de hormigón armado de 57 m.

La autovía LO-20 cruzará asimismo sobre el Camino viejo de Calahorra en dos puntos. Ambos cruces se resolverán con dos pasos inferiores de hormigón armado in situ. Su anchura libre de 13 metros y su tipología tipo pórtico permitirá su construcción sin afectar a la sección del camino ya que se cree que alberga una antigua calzada romana, cuya existencia se constatará con los trabajos arqueológicos previstos previos a su construcción.

El resto de estructuras se corresponden con el cruce de la A-12 sobre la NA-134, que se resolverán con un paso inferior con tablero de vigas de doble T de 17 m de luz libre, y tres pasos inferiores tipo cajón de hormigón armado, y un paso superior, para salvar sendos caminos agrícolas que se reponen. También se remodelará la actual estructura del enlace de Recajo, ampliando su anchura para albergar la sección transversal de la autovía.

Además del enlace entre la LO-20 y la A-12, cuyos ramales contemplan la resolución de todas las conexiones

de manera directa, el proyecto recoge la construcción de un nuevo enlace de la A-12 con la N-134 de tipo diamante con pesas con sendas glorietas en esta última.

Asimismo, se incluye la remodelación del enlace actual existente en Recajo, ampliando la glorieta sur y adecuando los ramales de conexión a la nueva autovía.

Con objeto de dotar a la infraestructura de unas condiciones de seguridad acordes con su ubicación y dado que ésta se desarrolla próxima a un entorno urbano y con numerosos carriles de conexión, se ha incluido su total iluminación mediante la instalación de 364 puntos de luz sobre columnas metálicas de alturas entre 12 y 30 m.

## Adjudicaciones

### N-1

El 27 de enero de 2010, el Ministerio de Fomento adjudicó a la empresa Grusamar, Ingeniería y Consulting, S.L. la redacción de los proyectos de trazado y construcción de la **Variante de Monasterio de Rodilla (Burgos)** en la N-1, por un presupuesto de 578 392,75 euros.

Las obras previstas se ejecutarán entre los pp.kk. 261,000 y 265,600, de la N-1.

La longitud del tramo considerado es de, aproximadamente, 5,3 km y se diseña para una velocidad de proyecto de 100 km/h. En su trazado se dispondrán 3 enlaces y 9 estructuras.

En cuanto a su sección transversal, el tramo dispondrá de calzada de 7 m y arcenes de 2,50 m.

El proyecto cumplimentará las prescripciones impuestas en la aprobación definitiva del Estudio Informativo, así como en la Declaración de Impacto Ambiental. Además, incluirá como anejo un documento denominado "Análisis Ambiental" en el que se identificarán, describirán y valorarán los problemas ambientales y en el que,

asimismo, se proyectarán y valorarán las medidas correctoras necesarias.

Las propiedades colindantes no tendrán acceso directo a la nueva carretera.

Se estudiará con detalle la reposición de caminos, vías pecuarias, accesos, servidumbres y servicios que resulten afectados, realizándose una separata con la definición completa de las obras a realizar en cada uno de los servicios que precisen ser modificados.

Se mantendrá la coordinación adecuada con la Junta de Castilla y León, el Ayuntamiento de Monasterio de Rodilla, Cámaras Agrarias, Confederación Hidrográfica y resto de Entidades y Organismos que pudieran verse afectados o que puedan aportar datos de interés.

Con el fin de contribuir a la mejora de la seguridad vial de los ciclistas, y de acuerdo con los objetivos y directrices del Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte (PEIT), se analiza la compatibilidad de las actuaciones que se van a proyectar con los usos ciclistas que puedan entrar en conflicto con ellas, tal es el caso, de las afecciones a otras carreteras en enlaces y accesibilidad a pasos superiores e inferiores.

Para facilitar la posterior toma de datos de tráfico, el proyecto incluirá la instalación de un medidor de aforo a la altura del p.k. 4,000 de la alternativa aprobada.

## Aprobación de proyectos

### Autovía Burgos-Aguilar de Campoo

El 11 de febrero de 2010, el Ministerio de Fomento dio la aprobación al proyecto de trazado del tramo **Monasterio-Santa Cruz del Tozo** de la Autovía A-73, Burgos-Aguilar de Campoo.

El objeto del proyecto de trazado es conectar la Autovía A-1, Madrid - Irún, y la Autovía A-67 Cantabria - Me-



## Carreteras

seta, contribuyendo a mejorar la comunicación con Cantabria con la zona oriental de Castilla.

El presupuesto base de licitación de este tramo asciende a cerca de 90 millones de euros.

El tramo objeto de este proyecto tiene una longitud aproximada de 17,1 km. Discurre entre las poblaciones de Montorio y Santa Cruz del Tozo, con una dirección sureste (noroeste a lo largo del valle del río Urbel), y pasa por los términos municipales de Montorio, Úrbel del Castillo y Basconillos del Tozo, todos ellos en la provincia de Burgos.

El tronco de la autovía dispondrá de dos calzadas de 7 m con arcén interior de 1 m y exterior de 2,5 m. La mediana será de 10 m.

En este tramo se prevén tres enlaces: Huérmeces-Montorio, La Nuez de Arriba-Masa y La Piedra-Santa Cruz del Tozo.

Además, el tramo contará con 18 estructuras, de las cuales 8 son pasos superiores, 8 pasos inferiores y 2 viaductos.

Todas las afecciones que se puedan producir a las infraestructuras existentes, serán resueltas mediante su restitución.

### Convenios

#### Conexión N-232/AP-68

El 19 de febrero de 2010, el Consejo de Ministros aprobó el convenio entre la Administración General del Estado y la empresa concesionaria de la autopista de peaje AP-68 Bilbao-Zaragoza para la construcción, conservación y explotación del enlace de conexión de la carretera N-232 con la AP-68, a la altura de la localidad de Recajo, en La Rioja.

La conexión se realiza mediante la construcción de un nuevo enlace. Se situará en el p.k. 138,1 de la AP-68, a 10 km del actual enlace número 12 "Logroño" y a unos 5 km del enlace número 13 "Agoncillo".

El enlace supondrá una inversión es-

timada de 2,16 millones de euros, de los cuales más de un millón serán costeados por el Ministerio de Fomento y el resto por la empresa concesionaria.

El enlace de Recajo supondrá una redistribución de los tráficos actualmente existentes en la AP-68 entre Logroño y Agoncillo, pasando a disponer dichos tráficos de tres enlaces con esta vía (Logroño, Recajo y Agoncillo), mejorando así el nivel de servicio del entorno de Logroño.

A partir de la entrada en servicio del nuevo enlace, la sociedad concesionaria ejercerá las funciones de conservación y explotación de aquella parte cuyo uso sea exclusivo para el tráfico de la autopista.

### Vialidad invernal

Según informa el propio Ministerio, Fomento ha incrementado los recursos para asegurar la circulación en las carreteras durante este invierno.

En esta temporada, el Ministerio ha habilitado un total de 1130 máquinas quitanieves y más de 185 000 toneladas de sal.

De esta manera, se ha pasado de 1073 máquinas quitanieves de empuje y una capacidad de almacenamiento de fundentes de 178 085 toneladas en la campaña 2008-2009, a 1130 má-

quinas quitanieves de empuje y una capacidad de almacenamiento de 185 396 toneladas, repartidas en 308 almacenes y naves y 404 silos.

Entre las Comunidades Autónomas, destaca el incremento de medios en la Comunidad de Madrid, donde Fomento ha aumentado en un 25% el número de máquinas quitanieves.

Todo este esfuerzo se traduce en un presupuesto para la campaña 2009/2010 de 55,2 millones de euros.

### Información pública

#### N-420

El 18 de febrero de 2010, el Ministerio de Fomento sometió a Información Pública el proyecto de trazado de la nueva **Variante de Gandesa (Tarragona) en la N-420**.

El proyecto de trazado se somete a Información Pública en relación con los bienes y derechos afectados por la autovía. Una vez que finalice este procedimiento de información pública se producirá la aprobación definitiva del proyecto de trazado, que permitirá iniciar el procedimiento expropiatorio.

El citado proyecto consiste en la construcción de la variante de Gandesa, con una longitud aproximada de 5120 m, afectando a los términos municipales de Gandesa y Corbera d'Ebre, ambos en la provincia de Tarragona.

El tramo comienza en un el p.k. 797,4 de la N-420 actual, y finaliza en torno a su p.k. 804,0, donde conecta con la variante de Corbera d'Ebre.

El trazado se define con una velocidad de proyecto de 100 km/h y una calzada de dos carriles de 3,5 m de anchura, arcenes exteriores de 1,5 m y bermas de 0,75 m.

Las infraestructuras más importantes afectadas por el trazado son el camino de la Creu de la Saboga, la carretera de Gandesa a Vilalba dels Arcs TV-7231 y el camino viejo de Gandesa a Corbera (camino de división de término municipal).



## Última hora

# D. Roque Gistau Premio Nacional de Ingeniería Civil 2008

**E**l jurado del Premio Nacional de Ingeniería Civil, presidido por el secretario de Estado de Planificación e Infraestructuras, Víctor Morlán, ha otorgado el Premio Nacional de Ingeniería Civil 2008 al ingeniero Roque Gistau Gistau, miembro de la Real Academia de Nobles y Bellas Artes de San Luis y de la Real Academia de Medicina, ambas de Zaragoza.

El premio, que será entregado por el Ministro de Fomento, D. José Blanco, en un acto público, se ha otorgado a Gistau por su densa trayectoria profesional, vinculada fundamentalmente al campo del agua y al de la ingeniería hidráulica, en cuyas realizaciones ha sabido conjugar, en grado sobresaliente, la capacidad técnica con las habilidades gerenciales, para la consecución de objetivos de gran complejidad técnica y organizativa, en las que siempre han destacado sus cualidades humanas, que le distinguen, muy especialmente, como gran gestor.

Asimismo, el impacto, de alcance global, de la celebración de la Exposición Internacional de Zaragoza en 2008, cuya Presidencia ostentó, añadió una nueva dimensión a las realizaciones de la ingeniería civil, por el efecto profundo y duradero que tendrán sus aportaciones a la

gestión sostenible del agua recogidas en la Carta de Zaragoza.

Nacido en Bielsa, provincia de Huesca, en 1946, estudió la carrera de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos en la Universidad Politécnica de Madrid, que finalizó en 1970, y la de licenciado en Ciencias Empresariales en el Instituto Católico de Dirección de Empresas, en 1971.

En la actualidad es Presidente de la Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento, asociación profesional de operadores, profesionales y organismos públicos con responsabilidad en el abastecimiento y saneamiento urbanos.

Sin duda lo que le ha supuesto una mayor proyección pública ha sido, durante el periodo 2005-2009, ser Presidente de la Sociedad Estatal de la Exposición Internacional de Zaragoza de 2008, con el lema 'Agua y desarrollo sostenible', y cuyo ámbito de actuación incluyó el conjunto de proyectos, instalaciones y actuaciones en el meandro de Ranillas.

A lo largo de su carrera profesional ha acumulado una gran experiencia en materia de aguas, desde que en 1988 accediera a la máxima responsabilidad del Canal Isabel II como Director General, puesto que ocupó hasta 1995. A partir de



esa fecha se integra en el Grupo AGBAR desempeñando diversos cargos como Director general de Interagua, director general en AQUAGEST, presidente ejecutivo de Aguas Andinas (Chile) y Delegado general del Grupo AGBAR con responsabilidad en todas las áreas del grupo.

Roque Gistau ha sido también Secretario general del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos; así como Presidente de su Comisión de Medio Ambiente.

Anteriormente desarrolló su carrera en la empresa constructora, época en la que ejecutó diferentes obras hidráulicas, de carreteras, de urbanización y edificación. En paralelo a su intensa actividad como profesional y gestor, Roque Gistau ha cultivado otras facetas en el campo de las ciencias y las humanidades, lo que completa el perfil. ■

## Exposición

**E**l pasado 28 de enero de 2010, el Secretario de Estado de Planificación e Infraestructuras, D. Víctor Morlán, inauguró la exposición "Historia del hormigón en España", donde destacó la política del Ministerio de Fomento en pro del estudio, divulgación y valoración del patrimonio de la obra pública española, como puntal para garantizar su conservación y enriquecer el buen hacer de los técnicos hacia el futuro.

Según indicó, el hormigón en sus distintas modalidades, y en alianza o no con otros materiales constructivos, es uno de los grandes protagonistas de la construcción contemporánea.

Son frecuentes las referencias a él como el material del siglo XX, a menudo por contraposición al XIX que vio nacer la construcción metálica. Y en este sentido, tiene mucho de innovador y hasta de revolucionario, de propulsor de grandes cambios y de mejoras. ■

## Empresas

**S**egún nos informa Autodesk, esta empresa ha lanzado un Programa de Asistencia que proporciona soluciones de diseño, educación y recursos para ayudar a los profesionales a mejorar el manejo de la tecnología de diseño 3D. Las herramientas y recursos habilitados en el Programa de Asistencia de Autodesk estarán disponibles en el portal online [www.autodesk.es/asistencia](http://www.autodesk.es/asistencia).

Al Programa de Asistencia se podrá acceder a partir del 31 de Marzo de 2010 y estará abierto a cualquiera que haya trabajado en las industrias de arquitectura, ingeniería, diseño o fabricación, pero que actualmente se encuentre en situación de desempleo. Quiénes cumplan estos requisitos pueden visitar la web [www.autodesk.co.uk/assistance](http://www.autodesk.co.uk/assistance) para registrarse y acceder a la sección de 'Training' para localizar el Authorised Training Centre y Certification Centre más cercanos. ■

# Casi siempre creemos que la ingeniería es...



## pero la ingeniería también es...

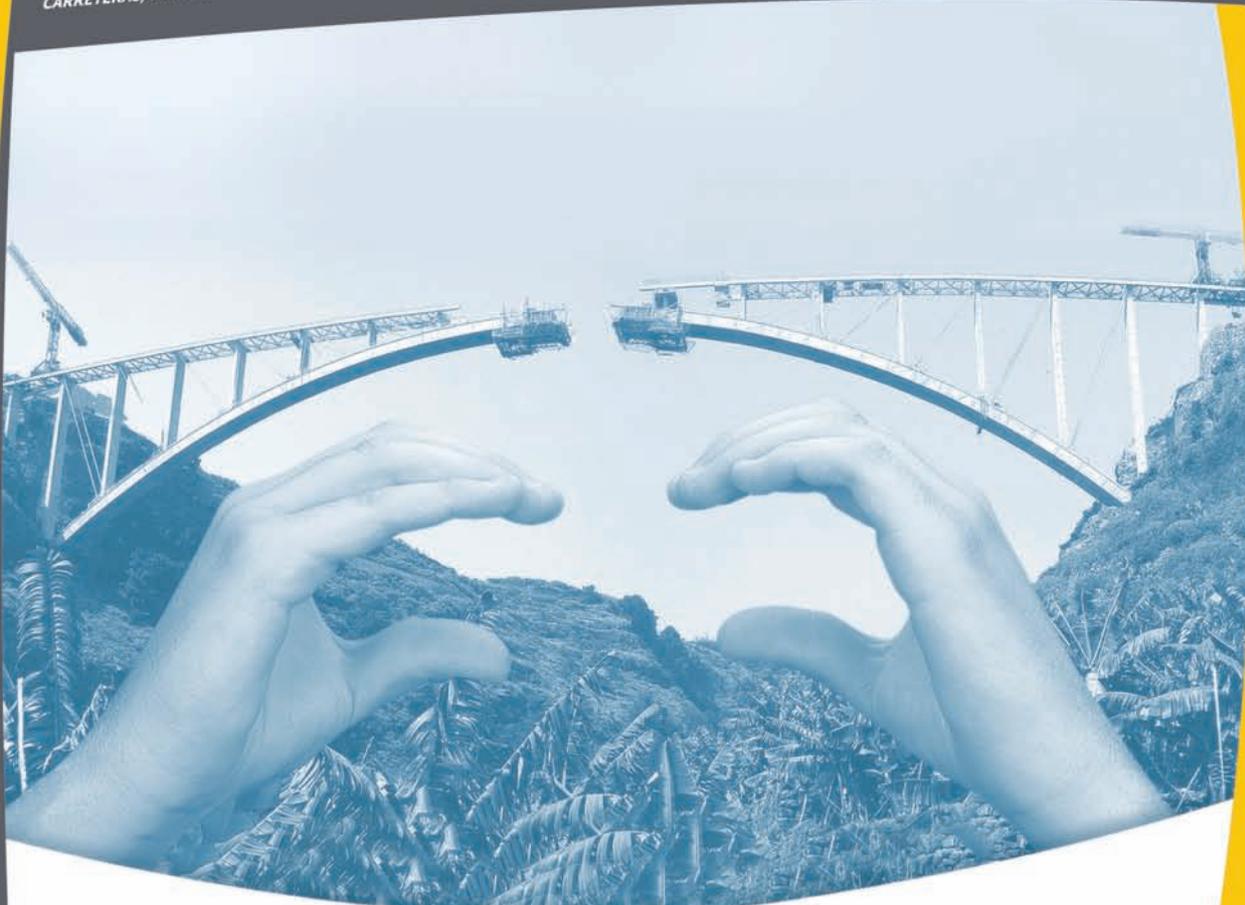


Conducción de agua para abastecimiento de población rural (Tanzania). Foto: Elena Padial / ISF.

Instalación de una placa solar en un centro de salud (Alto Amazonas, Perú). Foto: EHAS / ISF.

Formación en Informática a agentes de desarrollo (Benín). Foto: Javier Simó / ISF.

## cuando la tecnología se pone al servicio del desarrollo humano



# Hacemos GRANDES

hasta los SUEÑOS  
más pequeños...

... porque en Ferrovial Agromán,  
ponemos en tus manos  
a los profesionales más cualificados del sector,  
las más avanzadas tecnologías y más de 80 años  
de experiencia en servicio y atención al cliente,  
lo que nos ha dado reconocido prestigio  
como empresa líder a nivel nacional e internacional.

Nosotros creemos en cada uno de nuestros clientes,  
creemos en **ese sueño** y lo convertimos  
en el más importante, dándole el respaldo  
y la **seguridad** de hacerlo realidad.



Viaducto de Montbliz. IV Premio Acueducto de Segovia 2010

**ferrovial**  
agroman