

Intervenciones españolas en el 14º Congreso Mundial de la Carretera

POR LA REDACCIÓN.



Mesa que presidió la sesión plenaria sobre "La plaza y el futuro de los túneles de carreteras urbanos". En el centro de la foto, el Sr. Alonso Burgos.

En París, del 11 al 15 de junio del 2001, se celebró el 14º Congreso Mundial de la Carretera de la IRF. A continuación, presentamos un resumen de las intervenciones españolas.

Lunes 11 de junio

La demanda del transporte

La ponencia "**Inducción de Tráfico en Castellón**", de **D. Antonio José Torres Martínez**, de la *Universidad Politécnica de Valencia*, se basa en la estimación del tráfico por espiras para evaluar el tráfico inducido por las nuevas carreteras, aplicado a un caso práctico en Castellón de la Plana. La conclusión del autor, tras exponer la metodología y las fórmulas empleadas, da que, entre un 30 y un 50 % del tráfico total ha sido generado por la construcción de la nueva infraestructura, siendo el resto des-

viado. El margen de error para estas estimaciones varía, según el ponente, entre el 15 y el 35 %.

Por su lado, **Dña. Begoña Guirao Abad**, de la *Universidad de Castilla-La Mancha*, intervino con su exposición "**Análisis y previsión del tráfico inducido por la posible construcción de una autopista de peaje en el corredor de Andalucía**". La ponencia muestra la parte metodológica de un trabajo de investigación, todavía en curso, que tiene por objeto calcular el tráfico inducido ante la posible construcción de una autopista de peaje en el corredor de Andalucía, proponiendo un modelo mixto que consiste en un submodelo agregado de gravedad aplicado antes y después de la actuación y de una serie de submodelos LOGIT (uno por cada alternativa de transporte a la autopista de peaje). La base de datos para el calibrado del modelo se encuentra en fase de

elaboración y, ante las primeras comparaciones entre alternativas de trazado, las opciones referenciadas como la 5 (Ciudad Real-Puertollano-Montoro —itinerario de la N-420—, de 128 km de longitud) y la 6 (Ciudad Real-Puertollano-Córdoba, —itinerario del AVE—, de 163 km de longitud) son las que permiten mayores ahorros de tiempo frente a los itinerarios actuales.

Grandes proyectos carreteros

D. José Gregorio Briz Muñoz, **D. Manuel de Cabo Pascual** y **D. Julián Sastre González**, de *Sener, Ingeniería y Sistemas, S.A. España*, presentaron la ponencia "**Viability financiera de una red de autopistas subterráneas para Madrid**". Como conclusiones, la ponencia afirma que el sistema de red radial resulta funcionalmente adecuado y viable constructivamente, pero requiere modificar la legislación vigente para per-



En la foto, D. Felipe Ruza que intervino con la ponencia "Programa de vigilancia ambiental. Manual para la redacción de informes".

mitir aparcamientos a gran profundidad. Así mismo, su gestión y control del sistema es especialmente complejo, con unos costes previsibles realmente importantes; la demanda para una tarifa de 1 000 pta por usar el sistema con dos horas de aparcamiento, tan sólo atraería a unos 19 000 usuarios diarios en el año de puesta en servicio, lo que hace que la rentabilidad del proyecto no sea posible sin una subvención del 100%, proponiendo para mejorar su rentabilidad el establecimiento de una subvención también de la explotación, que garantice su viabilidad y reduzca la inversión. Además, para la viabilidad económica del proyecto se hace indispensable modificar el escenario de actuación, procurando una disminución de la inversión (construcción por fases, comenzando por los ejes de mayor demanda, posibilidad de ventas de plazas de aparcamientos de las plantas superiores a residentes, etc.) y aumentando la demanda, permitiendo el acceso a un mayor número de usuarios, recuperando la disciplina y el cumplimiento de las normas de tráfico, siguiendo una política de restricción del vehículo en superficie, etc.

Inserción de la carretera en su medio

"La aplicación de la Directiva Hábitats en la autovía A-381, Jerez de la Frontera-Los Barrios. Proyecto de medidas compensatorias" fue presentada por **D. Renato Herrera Cabreri-**

zo, de Gestión de Infraestructuras de Andalucía (GIASA), y trató sobre una particularidad de la declaración de im-

pacto ambiental en la citada autovía, por la que una de las prescripciones vincula la ejecución de las obras a la realización de un Proyecto de Medidas Compensatorias, según lo establecido en el R.D. 1997/1995 y en la Directiva 92/43/CEE de la Unión Europea (Directiva Hábitats). Entre las medidas compensatorias para la ejecución, se aprobaron por la comisión mixta, creada al efecto, la mejora y conservación de los cursos altos de los ríos, la conservación de refugios de murciélagos, la mejora de arroyos considerados como medios sensibles y hábitats de la nutria, programas de protección o reintroducción del corzo, el conejo y un amplio etcétera del que el autor fue dando cumplida información. Entre sus conclusiones, el ponente defendió que la definición y aplicación de un proyecto de medidas compensatorias como éste constituye, entre otros aspectos, una conciliación del desarrollo económico y de la necesidad de movilidad de la población con la protección ambiental, es decir, una verdadera puesta en práctica del concepto de desarrollo sostenible, y un precedente único y pionero que podrá servir de metodología y de aplicación para cualquier

proyecto y obra que se acometa en el futuro.

La ponencia **"Programa de vigilancia ambiental. Manual para la redacción de informes"**, de **D. Felipe Ruza**, de la Secretaría de Estado de Infraestructuras del Ministerio de Fomento, expone un método preventivo para integrar los factores ambientales en la toma de decisiones que debe adoptar la Administración sobre determinados proyectos.

En la fase de planificación, al no estar todavía ejecutado un proyecto, todo el proceso de evaluación ambiental es un ejercicio de predicción. Por ello es necesario el seguimiento y control de las afecciones ambientales que puedan producirse al ejecutar un proyecto.

Comienza la ponencia exponiendo la legislación española, sigue con el proceso declaración de impacto ambiental, y el programa de vigilancia ambiental. Esta creación de informes hace que haya una gran diferencia en su redacción, según quién lo haya realizado, lo que motiva que se cree este manual para redactar informes que se ajusten a las necesidades del programa de vigilancia ambiental, estableciendo los objetivos y controles de las dos fases del Programa, la construcción y los tres años iniciales de la explotación, que excepcionalmente pueden alargarse un poco más.

La ponencia **"Muros vegetalizados de hasta 24 m de altura y otras actuaciones de adecuación medioambiental de una autovía en Galicia (España)"** fue presentada por **D. Germán Burbano**, de Dragados, Obras y Proyectos. En ella hizo una detallada exposición de las actuaciones efectuadas en el tramo de autovía Villartelín - Cereixal, en la provincia de Lugo, donde el gran valor medioambiental del paisaje ha llevado a la necesidad de realizar muros en escollera, estructuras auxiliares, y, sobre todo por su importancia técnica, muros vegetalizados de hasta 24 m de altura. La



El Ministro francés de Transporte, M. Jean Claude Guessot, conversando con los Sres. Gerondeau, Presidente del Congreso y Delegado General de la URF (Unión de Carreteras de Francia), y D. Aniceto Zaragoza, Director de la ATC.

experiencia adquirida en el diseño y ejecución de algunos de estos altos muros vegetalizados de suelo reforzado ha permitido, entre otras cosas, avanzar en el conocimiento de la problemática asociada a este tipo de muros, tanto en seguridad como en limitaciones adicionales exigibles, así como criterios de proyecto propuestos, tipologías, soluciones de drenaje, de cimentación, etc.

Innovaciones en el diseño y la construcción de las calzadas

La "Autovía del Noroeste, obras de Piedrafita" fue la ponencia presentada por D. José Manuel Piris Ruesga, del Ministerio de Fomento, en la que hizo una amplia exposición de este tramo, que cerrará la autovía del Noroeste y que ha supuesto una inversión aproximada de 80 000 Mpta. El trazado, al que calificó de valiente, posee un radio mínimo de 600 m en planta, una pendiente longitudinal máxima del 5% y que reduce de los 60 km de la antigua N-VI a 52,5 km. De esa longitud, 3,5 km se desarrollan a través de 6 túneles y 10,5 km por medio de 42 nuevos viaductos. Entre estos últimos destacó los de Vega, Samprón, Val Fontán, Ferreiras, Espiñero, Silvela,

Noceda I, As Nogais, Navia, La Porteliña y Río Narón. En cuanto a los túneles, hizo lo propio con los de Villafranca, Trabadelo, Piedrafita, San Pedro, Doncos y Cereixal. Posteriormente y tras explicar las medias ambientales, hizo hincapié en los procesos constructivos de los viaductos, y del túnel de Piedrafita.

D. Jorge Muñoz Sanz, del Centro de Estudios de Carreteras del CEDEX, presentó la ponencia "Precisión y repetibilidad de las medidas del espesor de las capas de firmes mediante georradar". En ella se hizo una estimación de la precisión y de la exactitud de las medidas de espesor de las capas de pavimentos de carreteras formadas por mezclas bituminosas, efectuadas mediante un equipo de georradar. Como conclusiones de su exposición se destacan que se han efectuado pruebas estáticas que muestran que los errores relativos de precisión son pequeños, del orden del 1,5%, y que, de las pruebas dinámicas, se puede deducir que, cuando el georradar detecta una sola capa, el cálculo automático de espesores produce resultados aproximados a los valores de espesor obtenidos mediante testigos: el

error relativo de exactitud obtenido es del 4,2%, un 2,6% en el error de precisión, y un 1,6% en el error sistemático.

Sin embargo, si el georradar detecta dos capas, el cálculo automático del espesor de la capa primera da errores similares a los indicados anteriormente, mientras que el error sistemático relativo que se produce en el cálculo del espesor de la capa segunda es demasiado alto, un 12,4%, y combinado con el de precisión, un 2,6%, da un error relativo de exactitud del 15%.

Estos errores se pueden reducir parcialmente utilizando las ecuaciones de las rectas de regresión obtenidas.

Finalmente, sería conveniente hacer un ensayo interlaboratorios con el fin de determinar de forma más precisa la fiabilidad de los equipos de georradar y el software de procesamiento de las medidas.

Progreso en el campo de las mezclas bituminosas

El "envejecimiento de mezclas bituminosas en laboratorio. Estudio de un caso", fue presentado por D. Juan Gallego y D. Miguel Ángel del Val, de la Universidad Politécnica de Madrid, y D. Ramón Tomás, del Centro de Investigación Elpidio Sánchez Marcos. Como resumen de la ponencia, se afirmó que la investigación llevada a cabo cuestiona la creencia de que las mezclas bituminosas fabricadas con betunes-polímero son siempre más resistentes al envejecimiento que la misma mezcla cuando se emplea un betún convencional, sin modificar. Por ello, se presentó un estudio de laboratorio que contempla el envejecimiento de ligantes distintos, así como el de las mezclas bituminosas con ellos fabricadas. Dado que el tipo de árido afecta al envejecimiento de la mezcla árido-ligante, es más apropiado controlar el de la mezcla que el del ligante aislado.



Los Ministros de Transporte de la República Checa (a la izquierda) y de Francia, M. Jean Claude Guessot.

Al respecto, tres ligantes (un betún convencional y dos betunes-polímero), combinados a su vez con dos granulometrías distintas (continua y discontinua), fueron envejecidos en el laboratorio por los procedimientos desarrollados en el *Strategic Highway Research Program (SHRP)*.

De acuerdo con los resultados de esta investigación, los procedimientos de envejecimiento acelerado de mezclas en laboratorio deberían ser tenidos en cuenta durante el proyecto de una mezcla bituminosa, sobre todo para seleccionar el ligante más adecuado (modificado o sin modificar), atendiendo para ello a la resistencia al envejecimiento de la mezcla bituminosa con él obtenida.

Gestión de tráfico

La ponencia sobre **"Los centros de Gestión de tráfico del Noroeste y Valladolid"**, de **D. Carlos del Campo Gómez**, de la Dirección General de Tráfico, describe los proyectos que cubren esta área geográfica, estructurada principalmente en cuatro: la red de estaciones inteligentes de toma de datos, y estaciones meteorológicas, el Centro de Gestión de Tráfico del Noroeste (con una red de comunicaciones propia de unos 800 km, fundamentalmente el trián-

gulo Benavente - Vigo - A Coruña), el Centro de Gestión de Tráfico de Valladolid (fundamentalmente el triángulo Valladolid - Astorga - Burgos, más el acceso a Madrid desde Valladolid y desde Burgos) y la Gestión de Tráfico de la "Y" asturiana.

Con independencia de la problemática de la ejecución de cada uno de los Centros de Gestión, está la necesidad de intercambiar datos entre ellos.

La solución propuesta pasa por crear un Centro de Gestión Coordinador, que disponga de toda la información y que, lógicamente, debe estar ubicado en la DGT. Aun cuando técnicamente pueda actuar sobre todos los equipos, a efectos prácticos su papel se limita a ser receptor (y emisor al resto de Centros de Control) de toda la información.

Martes, 12 de julio

Movilidad

En la ponencia **"Análisis de la movilidad del transporte por carretera en España"**, de **D. Alberto Camarero**, **D. Luis Teles Grilo**, **D. Pablo Ortiz** y **D. Antonio Góngora**, de la Universidad Politécnica de Madrid, se reco-

ge el análisis de la evolución de la movilidad de mercancías y viajeros por carretera en España de 1950 a 1999, analizando la evolución del transporte de década en década. En el campo de viajeros, se analizaron los datos de varias formas, con su reparto entre motocicletas, automóviles y autobuses, las diferentes formas de medir las estimaciones oficiales, etc. En cuanto a las mercancías, también se analizaron sus incrementos de forma absoluta y relativa, por tipo de vehículo (camionetas, camiones, remolques), la carga media por vehículo, etc.

Entre otros datos, se puede destacar que entre 1960 y 1970 el incremento medio anual acumulativo fue del 21% para los viajeros/km de turismos, y del 10% de tráfico de autobuses; y que en 1994, un 83,7% de viajeros/km en tráfico interurbano lo hicieron en turismos, un 15,5% en autobús y un 0,8% en motocicleta. En cuanto a mercancías, que entre 1961 y 1999, la carga media del total de vehículos de transporte nacional pasó de 5 a 6 t/veh.

Financiación de carreteras I

"Las acciones rescatables como instrumento de la colaboración público-privada para la construcción de infraestructuras" fue presentada por **D. Félix Anegón Blanco**, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y Economista. Para el ponente, la legislación mercantil está últimamente introduciendo reformas encaminadas a difuminar la barrera entre recursos propios y ajenos en la financiación de sociedades mercantiles. Las acciones rescatables son un ejemplo de este proceso. En este caso está asegurado el reembolso de la inversión al igual que el principal de las obligaciones; pero comparte con las acciones el riesgo y la incertidumbre del negocio, no así la retribución pactada de antemano de la obliga-

ción. Esta figura podría servir para potenciar la colaboración público-privada en la construcción, gestión y conservación de infraestructuras, pues el sector de la construcción se vincula con el proyecto durante un periodo predeterminado con la seguridad de retorno de su inversión; pero asumiendo los riesgos inherentes a la explotación de las infraestructuras en lo referente a su inversión. De hecho, se comparten características de accionista y de prestamista, que podrían encajar en el ámbito de la construcción de infraestructuras.

De esta forma, la Administración cuenta con un socio que le puede aportar eficiencia en la gestión sin comprometerse a retribuirle la inversión ineludiblemente, porque la retribución al capital privado está ligada a la evolución de la explotación de las infraestructuras. Mientras que, para el contratista, la seguridad de recompra del principal de su inversión es una garantía. En definitiva, la colaboración entre la Administración y el sector de la construcción, como socios que comparten riesgos y aprovechan lo mejor de cada uno, es uno de los cauces más adecuados para cumplir el doble objetivo antes mencionado.

Contribución de las carreteras al desarrollo económico II. Problemas específicos

D. Alberto Camarero Oribe y D. Juan José Calzas, de la E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid, presentaron **"El sector transporte como generador de empleo en la economía española"**. Tras una introducción y explicar la metodología estudiada, expusieron los principales resultados obtenidos, subrayando la influencia del sector del transporte en otros sectores económicos como generador de empleo. Entre sus conclusiones, hay que destacar que el sector del transporte, considerando todos sus modos,



A la derecha, D. Hiroshi Mitani, Presidente Anterior de la AIPCR.

en el año de estudio (1994) creó un total de 868 586 empleos (494 800 directos y 373 786 inducidos), y que sólo el transporte por carretera genera más empleo directo que inducido. Respecto a los sectores en los que el sector del transporte induce empleo, destacan el sector del comercio con 102 691 empleos (5,58% del empleo del sector) y el sector de restaurantes y alojamientos con 56 380 empleados (6,55% del empleo del sector).

"Internet, transporte y eficiencia" fue el título de la ponencia presentada por **D. Ángel Ibeas Portilla, D. José M^a Díaz y Pérez de Lastra y D. Ángel Vega Zamanillo**, de la Universidad de Cantabria, en la que afirmaron que Internet es el camino evidente para alcanzar los fines comunes a los distintos eslabones de la cadena producción-consumo y que el planteamiento del negocio pasa a ser cooperativo y de intercambio de información, dentro de un marco nuevo de comunicación. Así mismo, que el conocimiento y su participación se ha convertido en un valioso recurso dentro de las organizaciones, no siendo siempre fácil su localización y gestión. Además, los beneficios que se esperan conseguir con siste-

mas que permitan aflorar el conocimiento corporativo son importantes pues permiten una mejor planificación, decisiones adecuadas, realizar respuestas más rápidas, incrementar la productividad, etc. Finalmente, que los fallos en las redes privadas tradicionales (X.25, conexiones punto a punto, o, más recientemente, *frame-relay*, etc.) son evitados por las conexiones alternativas a Internet.

"Los orígenes del turismo automóvil en España: infraestructuras y equipamientos" fue presentada por **D. Francisco J. Rodríguez Lázaro**, de la ETSI de Caminos, de la Universidad de Castilla-La Mancha. En ella se analizó esos orígenes, atendiendo a la construcción y dotación de infraestructuras y equipamientos, ciñéndose al periodo comprendido entre las primeras iniciativas encaminadas a promover el turismo en España, ocurridas en torno a 1910, y el estallido de la Guerra Civil en 1936. Tras hacer diversas reflexiones e informar sobre las infraestructuras, desde las del Circuito Nacional de Turismo al de Nacional de Firms Especiales, pasando por los equipamientos, y, desde los paradores nacionales, a los albergues de carretera, afirmó que

las concepción de las carreteras como itinerarios para el turismo explica, en buena medida, la creación y actuaciones del Circuito Nacional de Firms Especiales y el Patronato Nacional de Turismo, ambas iniciativas ya presentadas con anterioridad; pero que hasta la segunda mitad de la década de los años veinte no se consideró apropiado aumentar sustancialmente la inversión en el turismo y las obras públicas. En la medida en que lo permitió la coyuntura económica, la actuación de aquellos organismos se prolongó durante la Segunda República y, antes de estallar la Guerra Civil, pudo contar el país con una red de carreteras y alojamientos capaz para el desarrollo del primer turismo asociado a la cultura del automóvil.

Nuevas herramientas para el diseño de proyectos de carreteras

D. Rafael L. Álvarez Loranca, de Geocisa, presentó la ponencia **"Las cargas de tráfico sobre la estructura del firme"**. En ella, tras una pequeña introducción y exponer el estado del arte, presentó los estudios realizados sobre el tema, llegando a la conclusión de que el cálculo de las solicitaciones sobre el firme requiere un poco más de esfuerzo del que se está haciendo hasta ahora. Y ello pasa por un proceso con las siguientes etapas: a) adquisición de los datos de tráfico, diferenciando tipos de vehículos y número de ejes; b) estudiar, de la forma más exacta posible, la evolución del tráfico en el futuro; c) seleccionar el tipo de firme que se quiere estudiar, y con el número previsto en el periodo de estudio, realizar una determinación del factor de equivalencia a ejes estándar de cada tipo de ejes; d) comprobar si el dimensionamiento es satisfactorio. Si no es así, se debería iterar el procedimiento, modificando el firme en la dirección adecua-



El Sr. Álvarez Loranca intervino con la ponencia "Las cargas del tráfico sobre la estructura del firme".

da hasta conseguir que sea capaz de absorber las cargas que produce el tráfico estudiado.

La **"Normativa española para la compactación de rellenos de carreteras"** fue presentada por **D. Enrique Dapena**, del CEDEX, y **D. Jesús Santamaría**, del Ministerio de Fomento. En su comunicación recogieron los contenidos de los artículos que se refieren a la construcción de terraplenes, pedraplenes y rellenos todo uno, poniendo particular atención en los aspectos de organización de la compactación y su control. Al respecto, defendieron que se ha avanzado mucho con relación a la normativa anterior, en particular con la especificación para utilizar materiales que forman rellenos todos uno, aunque existen limitaciones que deben superarse. Una de ellas se refiere al control de los pedraplenes y rellenos todo uno que se hace a través de la ejecución de un relleno experimental previo, y no se controla el relleno terminado.

En este sentido, para pasar a la fase de control del producto terminado, en el Laboratorio de Geotecnia del CEDEX se está llevando a cabo un programa para

poner a punto el control de estos tipos de rellenos a través de ensayos que determinan la velocidad de propagación de ondas, y deducir de ellos las características de los rellenos.

Reciclaje y valoración de los subproductos en construcción de carreteras

D. Juan José Potti, **D. Antonio Lorenzo Lara** y **D. Javier Mancebo**, de Provisa, presentaron la comunicación titulada **"Propuesta para el diseño y sistemática en el desarrollo de obras de reciclado en frío in situ"**. En ella se habla desde una experiencia propia de una sistemática para el desarrollo del diseño y proyecto en los reciclados en frío in situ. En la concepción actual, no importa tanto el ahorro del precio del ligante (como cuando se iniciaron estas técnicas, en plena crisis del petróleo), sino la necesidad de reutilizar los materiales existentes en el firme, mayoritariamente áridos.

La sistemática presentada expone desde las consideraciones previas para proyectar un reciclado (incluyendo las de carácter técnico, ambiental y económico), las opciones de la rehabilitación, su dimensionamiento, la sistemática para la metodología del diseño, los criterios de selección, los equipos de maquinaria utilizados y una especial atención sobre el control de ejecución.

D. Manuel Atienza Díaz y **Dña. María Beatriz Zarzo Varela**, de Giasa, y **D. Manuel Sala Casanova**, de CEMOSA, presentaron la ponencia **"Comunicación sobre el pliego para el reciclado de MBC en frío in situ con emulsión bituminosa"**. En ella se analizaron las experiencias de la obra de reciclado en la autovía A-92, en la que intervienen diferentes empresas, métodos de ejecución y equipos. La ocasión era propicia para redactar un Pliego que definiese

cómo ejecutar y controlar estos trabajos. Por ello, el Pliego contiene el estudio de materiales, la definición de las fórmulas de trabajo, ejecución de los tramos de prueba, especificaciones de ejecución y control de calidad de los trabajos.

Herramientas de gestión del patrimonio carretero: bases de datos y sistemas de gestión (A)

D. Carlos Bartolomé Marín, D. Björnulf B. Benatov y D. Fernando Sánchez Domínguez, expusieron la **"Presentación de resultados y experiencias de la auscultación de las características estructurales en la red de carreteras española con el equipo de alto rendimiento curvímetro MT-15"**. Este equipo ha sido empleado por la DGC del Ministerio de Fomento para la auscultación de unos 25 000 km de carril en la Red de Carreteras del Estado, para medir la deflexión y el radio medio de la curvatura, durante los últimos 4 años.

La ponencia expone en qué condiciones se ha realizado la campaña de medida y las técnicas de tratamiento de los datos aplicadas. También describe el equipo empleado para realizar una auscultación de una red tan extensa como la dependiente del Ministerio de Fomento, de forma sistemática y con alta resolución, estableciéndose secciones bien diferenciadas, con indicadores como la forma completa del cuenco de deflexión.

Así mismo, se analiza la aplicación que, dentro de la campaña de medidas, se ha realizado para la auscultación de firmes durante la construcción, sobre todo en la homogeneidad de estabilizaciones de explanadas con cemento o cal.

La señalización

"COST 331. Características de las marcas viales" fue la ponencia presentada por D. Emiliano Moreno López,



M. Michel Marec, Presidente Anterior del Comité de Túneles de Carretera de la AIPTC y de CETU.

de 3M y Presidente de la "Acción Cost 331". En su exposición informó de que los resultados obtenidos en la Acción COST 331 revelan la necesidad de proporcionar a las autoridades responsables de las marcas viales, así como a los investigadores, una herramienta científica que permita calcular la capacidad de una marca vial para producir y transmitir información al conductor (con el fin de calcular la distancia de visibilidad y el tiempo de previsualización) que, en la actualidad (la que desarrolla COST 331) es la única metodología europea validada por experiencias de campo y laboratorio, para calcular la distancia de visibilidad proporcionada por una marca vial. El efecto positivo de las marcas viales sobre el comportamiento de los conductores hace que éstos dispongan de un margen de tiempo mayor para reaccionar ante posibles errores de conducción. Gracias a las experiencias en simuladores de tráfico y en ensayos de campo, la Acción ha podido establecer, para una conducción "estrictamente segura", el umbral de "tiempo de

previsualización" en 1,8 segundos. Sin embargo, cuando se tienen en cuenta el confort y los diferentes elementos de distracción que aparecen durante la conducción, a ese valor umbral de tiempo de previsualización es necesario añadirle el intervalo de tiempo imprescindible para ejecutar esas otras tareas. Finalmente, es necesario resaltar el hecho de que los resultados de la Acción no permiten cuantificar el efecto de las marcas viales sobre la seguridad vial ni dar respuesta precisa a determinadas preguntas todavía pendientes, aunque se ha establecido la base científica necesaria para diseñar nuevas investigaciones encaminadas a responder esas preguntas.

Competencia y cooperación entre modos

D. Alberto Camarero Oribe y D. David Maté Sanz, de la ETSI de Caminos, Canales y Puertos de Madrid, presentaron la **"Inversión en infraestructuras y competencia entre modos de transporte"**, en la que se expuso que el actual Plan de Infraestructuras 2000-2007 del Ministerio de Fomento pretende la convergencia real en materia de infraestructuras con Europa, haciendo necesario un fuerte y sostenido ritmo inversor. Así mismo, el actual marco liberalizador europeo ha traído consigo un cambio en la gestión y organización de las infraestructuras de los distintos modos, y la aparición de distintos entes de gestión. Igualmente, es indudable la importancia de las inversiones en infraestructuras dentro del conjunto global de las mismas. Precisamente, el crecimiento de las inversiones en infraestructuras de carreteras tiene la misma tendencia que el crecimiento del PIB, al que ha superado en los últimos años, y debido a la gran importancia de la inversión y con la necesidad de la participación privada.

D. José María Menéndez Martínez, D. Ana Rivas Álvarez, y D. Fernando Escobedo Cardeñoso, de la Universidad de Castilla - La Mancha, comenzaron, en su ponencia **"Complementariedad carretera alta velocidad ferroviaria. El Corredor Madrid - Ciudad Real - Puertollano"**, por describir este corredor, dentro de la Línea de Alta Velocidad Madrid - Sevilla, así como los motivos por los que se insertaron en su recorrido las estaciones de Puertollano y Ciudad Real, y su efecto sobre ambas poblaciones.

A continuación se describió el caso francés, bastante similar, de la primera línea de Alta Velocidad europea, el TVG Sud-Est entre París y Lyon once años antes de la española, y en la que también quedaron incluidas dos ciudades de tamaño pequeño, Le Creusot y Mâcon, para finalizar con unas propuestas de actuación para mejorar el aprovechamiento de infraestructuras, como los trenes de Alta Velocidad, con la intermodalidad que supone el tener en cuenta las carreteras, las facilidades de aparcamiento en la proximidad de estaciones, y la sincronización en los horarios con las líneas de autobuses.

El mantenimiento de carreteras I

"La metodología para el análisis de la evolución de las necesidades y déficits de conservación de carreteras: aplicación al caso de España" fue la ponencia presentada por **D. Rafael Izquierdo y D. José M. Vassallo**, de la ETSI de Caminos, Canales y Puertos de Madrid, y cuyo objetivo era analizar los gastos de conservación en las redes de carreteras de España, contrastando su evolución en la última década con la tendencia seguida por otras variables que reflejan el crecimiento económico del país (PIB), el crecimiento



D. José Papí, de la European Union Road Federation, en un momento de su intervención.

de las inversiones en la red y del transporte por carretera.

Como conclusiones de su ponencia, hay que destacar que el valor patrimonial de nuestras redes de carreteras ha experimentado en los últimos diez años un fuerte crecimiento y que el gasto en conservación con relación al PIB ha experimentado también un leve crecimiento, lo que supone un esfuerzo de las Administraciones correspondientes por conservar más, mientras que, con relación al valor de reposición, ha sufrido un considerable descenso, lo que implica que el crecimiento del gasto de conservación en los últimos años ha sido incapaz de seguir el ritmo impuesto por la creación de nueva infraestructura. Por ello, los efectos derivados de lo anterior, han llevado a las Administraciones Públicas a instrumentar nuevos mecanismos para garantizar la financiación de la rehabilitación y conservación de carreteras. Sin embargo, las medidas aprobadas hasta el momento no resultan suficientes para resolver el problema, por lo que parece que, próximamente, deberán ser adoptados mecanismos adicionales con el fin de lograr los recursos necesarios.

Gestión de tráfico (B)

"El Proyecto OSSA y el concepto de simulación personalizada", fue presentado por **D. A. Marqués y D. V. Sebastián**, de ETRA I+D.

El empleo de sistemas de simulación de tráfico han demostrado ser muy útiles, tanto para las autoridades gestoras del transporte, como para los fabricantes de sistemas de control, permitiendo, entre otras cosas, bajar los costes de fabricación, identificar los riesgos potenciales, y perfeccionar cualquier sistema o política de tráfico antes de su implantación. El proyecto OSSA (*Open framework for Simulation of transport Strategies and Assessment*) ha sido seleccionado y apoyado por la Comisión de la UE, y está formado por once organizaciones europeas de varios países, incluyendo universidades, empresas y usuarios. Un sistema abierto como OSSA garantizará la interoperabilidad e interconexión de las diversas aplicaciones.

De acuerdo con el enfoque OSSA, sólo se necesita definir una interfaz para proporcionar el modelo de una zona objeto del estudio, con todas las entradas y salidas necesarias para obtener una representación lógica de cualquier lugar real y posibilitar la actuación del simulador. OSSA, al ser abierto, permite tanto adaptarse a las necesidades del cliente, como el incrementar su capacidad de forma modular.

"La gestión del tráfico en la autovía N-V entre Miravete y la M-40", de **D. Manuel Sánchez Guillén**, Director de las Obras de Gestión de Tráfico en la Autovía N-V, describe la situación del tráfico en este itinerario, que se puede dividir en tres tramos. El primero, entre la M-40 y Navacarnero (32 km), es el de mayor densidad de tráfico. El segundo, entre Navacarnero y Talavera de la Reina, (del p.k. 32 al 130) tiene tráfico de corto recorrido

de los importantes núcleos de población que atraviesa, además del que va a realizar largo recorrido. El tercero (del p.k. 130 al 220) sólo tiene tráfico de largo recorrido.

El tratamiento de la gestión de tráfico es diferente en cada uno de estos tramos, como corresponde a sus diversas densidades. El primero tiene gran cantidad de equipos de señalización variable, circuito cerrado de TV y gran cantidad de equipamiento para la explotación de varios carriles adicionales en ambos sentidos de circulación. En el segundo, las medidas se centran en señalar itinerarios alternativos cuando se dan situaciones de tráfico intenso. En el tercero, lo que prima es informar al usuario de las características viales y climatológicas con las que va a encontrarse.

D. Agustín Sánchez Rey, Subdirector General Adjunto de Conservación y Explotación del Ministerio de Fomento, y **D. César Lanza**, de Tecnova Ingenieros Consultores, presentaron la ponencia **"Sistema de peaje electrónico en España: Un ejemplo de interoperabilidad"**. En ella informaron que en España, la Dirección General de Carreteras está acometiendo un ambicioso programa de Sistemas Inteligentes de Transporte con una proyección de algunos años y una de sus claves es, precisamente, la implementación de esta interoperabilidad en los distintos peajes. Actualmente, 19 empresas en España operan en concesión con sistemas de peaje electrónico, todas ellas administradas por Aseta, asociación española de autopistas de peaje, que gestionan alrededor de 2 200 km de autopistas de peaje divididas en 25 áreas de concesión. Todas las concesiones permanecerán en manos privadas hasta el 2011 (excepto Bilbao-Behovia, en el 2003, y Málaga-Estepona, en el 2046). Re-



D. José Alberto Pradera Jáuregui,
Presidente Honorario de ASETA.

cientemente se ha puesto en práctica el proyecto de construir 5 000 km de nuevas autopistas del 2000 al 2007, con una inversión de 56 billones de euros. Todo esto hace urgente el armonizar las ETC de las distintas empresas concesionarias. El estándar ISO 14812 es un buen punto de partida, pero el establecer una serie de herramientas interoperativas requeriría una serie de cambios.

La armonización de ETC, tanto desde el punto de vista teórico como práctico, debe superar toda una serie de limitaciones e implica la indetificación de un grupo de criterios prácticos para resolver los condicionantes económicos, funcionales y técnicos, para lo cual los autores ponen como ejemplo la experiencia que se está alcanzando actualmente en la DGC.

Los oficios y la formación. ¿Cómo aceptar el desafío de las competencias futuras?

En la ponencia **"El CEDEX y la transferencia de tecnología en materia de carreteras"**, de **D. J. Marcelo Rodríguez**, del CEDEX, se describe una de las funciones más importantes que tiene el

Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas: realizar una amplia transferencia de tecnología, fundamentalmente a través de sus cursos (tanto nacionales como internacionales), publicaciones, y Centro de Documentación.

El CEDEX comenzó a impartir cursos en 1982, y estos son tanto de larga como de corta duración.

El Centro de Documentación está formado por una serie de bibliotecas técnicas especializadas, así como la organización de un importante fondo documental, que ha necesitado la incorporación de nuevas tecnologías de la información.

Dentro de su línea editorial, el CEDEX tiene una revista trimestral, además de la colección de informes técnicos, y la publicación de monografías técnicas.

"Una herramienta de transferencia de tecnología vial: Difusión del programa de documentación internacional de investigación en transporte (TRD/DIIT) de la OCDE a los países de Iberoamérica", fue el título de la ponencia presentada por **Dña. Rosa Colino**, **Dña. Soledad Sanz** y **Dña. Cristina Higuera**, del CEDEX. Esta ponencia presentó el Programa de cooperación con Iberoamérica para la transferencia de información técnica y científica, en materia de carreteras y transporte, que viene realizando el CEDEX desde 1996, para fomentar la creación de centros nacionales de formación.

Como núcleo central de este sistema de información se ha creado una base de datos documental (ITRD/DIIT), multilingüe y de carácter cooperativo. El sistema ITRD/DIIT de Documentación Internacional de Investigación del Transporte está enmarcado en el Programa de Investigación sobre la carretera y el transporte intermodal de la OCDE.

El automóvil y la ciudad: urbana y periurbana

"Las congestiones: Experiencias en España para ampliar la capacidad de las vías a base de "ofertar" uno o más carriles adicionales de circulación", fue presentada por **D. Luis Serrano Sadurní**, de ACISA. Comenzó hablando de la legislación española sobre este tema, para a continuación exponer casos concretos de carriles reversibles balizados con conos, del empleo del arcén como carril adicional de circulación, el empleo de carriles diseñados como reversibles, el empleo de carriles en sentido contrario mediante balizamiento luminoso, transformación de una vía de doble sentido en sentido único, y el Bus-VAO de la N-VI. La conclusión del autor, que analiza casos concretos de la aplicación de estas medidas en las carreteras españolas, es que las medidas empleadas para aumentar la oferta vial a base de añadir uno o más carriles adicionales de circulación han sido un instrumento muy eficaz para eliminar o disminuir las congestiones.

Innovaciones en la política de gestión de carreteras I

D. Aniceto Zaragoza Ramírez, de la AEC, presentó la comunicación titulada **"Valoración social de la red de carreteras españolas: una aproximación a la aplicación de la teoría de la satisfacción"**. En ella se ve que, en general, los técnicos valoran más que los usuarios los elementos relacionados con el trazado, el firme, la señalización y el equipamiento adicional, y que la apreciación de lo que es más determinante no coincide entre ambos colectivos.

Según las conclusiones de sus encuestas, los usuarios de autopistas de peaje valoran más el firme que los técnicos, que



D. Luis Serrano Sadurní en un momento de su intervención.

dan más importancia al trazado. La valoración coincide en el caso de las autopistas, dando ambos colectivos más importancia al pavimento; pero en el caso de las carreteras nacionales no se da esta coincidencia, puesto que los técnicos valoran más que los usuarios el trazado y la señalización.

Tampoco coinciden sus opiniones respecto a las carreteras comarcales. Los usuarios, una vez más, destacan la relevancia del firme, mientras los técnicos resaltan la importancia de la señalización.

En lo que sí están de acuerdo ambos colectivos es en que lo más importante es la seguridad. Las siguientes características a valorar por los usuarios son la rapidez y el confort, mientras que los técnicos valoran más la información que ofrece una carretera.

Planificación vial estratégica

D. Joan María Bigas y Dña. Clara Zamorano de la Comisión de Transportes del CICC y P de Madrid, presentaron **"El libro verde del transporte en España"**. Este libro ha sido redactado por la Comisión de Transportes del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, a peti-

ción de su Junta de Gobierno, como documento inicial para la discusión y como base de un nuevo libro blanco del Ministerio. Los temas que trata, por orden, son: el marco macroeconómico del transporte. El entorno; marco organizativo del transporte. Las Administraciones públicas; las empresas de transporte; relaciones empresa de transporte - administraciones públicas; el cliente y la demanda de transporte; y la financiación del transporte.

El libro verde del Transporte, en definitiva, propone una serie de medidas a adoptar, respecto a las infraestructuras necesarias, prioridades y objetivos a medio y largo plazo.

Transportes por carretera y entorno II: estudios de casos

D. Juan Antonio Díez de Dios, de GIASA, expuso la ponencia **"La autovía A-381, Jerez de la Frontera - Los Barrios (Cádiz - España): Simbiosis de técnica y medio ambiente"**.

En ella se describió la realización de esta autovía, de gran importancia geoestratégica, con un importante tráfico pesado; pero que, en los 90 km de su recorrido también atraviesa dos espacios naturales protegidos, la Reserva Natural de la Laguna de Medina Sidonia (Zona de Especial Protección para las Aves) y el Parque Natural de los Alcornocales.

Entre las actuaciones medioambientales se destacan un mayor número de estructuras y viaductos, con una mayor longitud respecto a lo previsto; diseños de túneles artificiales para disminuir el impacto final debido a la altura de los desmontes; compensación de tierras y empleo sistemático de estabilización de suelos con cal y evitando vertederos y préstamos; pasos de fauna específicos; y establecimiento de barreras antisónicas para evitar niveles molestos de ruido en determinadas zonas.

Mantenimiento de carreteras II

"El nuevo contrato de servicio de gestión de autovías: un nuevo instrumento para financiar el acondicionamiento, la rehabilitación y conservación de las autovías de primera generación en España" fue presentada por **D. Rafael Izquierdo**, de la *Universidad Politécnica de Madrid*. En esta ponencia se habló del llamado *Contrato de servicio de gestión de autovías*, aprobado en la Ley de Acompañamiento de los Presupuestos Generales del Estado del año 2000, cuyo objetivo es la conservación y adaptación de las autovías de primera generación, que son las que presentan más deficiencias y están en peor estado. Este nuevo modelo de contrato de servicios tiene como objetivo adaptar las autovías españolas más antiguas a la nueva normativa y a los estándares técnicos y de seguridad de las autopistas, sin alterar la disciplina presupuestaria necesaria para cumplir las exigencias de convergencia impuestas por la UE.

Este nuevo mecanismo se diferencia de los modelos concesionales en que es la Administración la que asume el riesgo y, aunque la figura es novedosa en nuestro ordenamiento jurídico, viene a ser un caso particular de la francesa *contrat d'entreprise de travaux publics*. El plazo máximo de duración de los nuevos contratos es de veinte años a lo largo de los cuales la Administración realizará los pagos correspondientes, distribuidos en anualidades aproximadamente constantes.

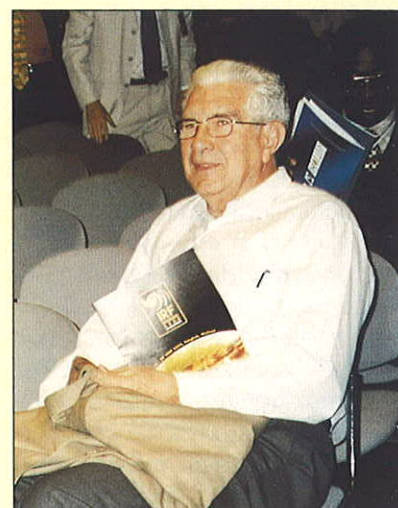
D. José Manuel Vasallo, de la *ETSI de Caminos, Canales y Puertos de Madrid*, presentó la ponencia sobre **"La participación privada en la gestión y financiación de la conservación de carreteras: tendencia mun-**

dial". En ella analizó los nuevos mecanismos de participación privada en la conservación y explotación de las carreteras, tanto desde la perspectiva de los nuevos sistemas de financiación, como de los nuevos mecanismos de contratación.

El autor clasificó, en su conjunto, los diversos sistemas de gestión y financiación de la conservación vial, exponiendo las principales experiencias llevadas a cabo en el mundo.

Dentro de los sistemas de financiación de la conservación vial distinguió entre procedencia inmediata de los recursos (financiación presupuestaria y extra-presupuestaria, privada y no privada, y financiación mixta) y procedencia final de los recursos (peajes blandos, viñetas, dedicación específica de parte de los impuestos especiales, etc. Y, dentro de los sistemas de gestión, trató los contratos de conservación integral, de conservación por resultados, por niveles de calidad, finalizando con los modelos de participación de la iniciativa privada en la gestión y financiación de la conservación de la carretera y exponiendo un cuadro resumen orientativo de lo expuesto.

"Los modelos de gestión de carreteras. Crítica y situación actual" es el título de la comunicación presentada por **D. Juan A. Fernández del Campo**, de la *Universidad de Burgos*. En ella expuso que adoptar un sistema de Gestión para administrar un bien tan importante como son las carreteras tiene varias ventajas: la recopilación sistemática de datos, el reparto de fondos más equitativo, el control sistemático del estado de la red, y, si el sistema de gestión es abierto, la posibilidad de ir mejorándolo con la práctica; porque, para el ponente, las carreteras constituyen un patrimonio tan importante que una gestión racional y eficaz del mismo es obligada en pura lógica, porque, además, la



D. Juan Antonio Fernández del Campo, Presidente Anterior de la AEC, en un receso del Congreso.

conservación no cuesta dinero ya que se autofinancia con los ahorros que ella misma produce. Tras subrayar la necesidad de la voluntad de los gestores de la red de alcanzar estos objetivos, fue desgranando estos modelos de gestión, sus elementos, sus exigencias y haciendo una valoración personal de ellas, y subrayando, entre otras cosas, que el método HDM dispone de una análisis económico financiero muy completo y finalizando con el módulo de seguridad vial, al que destacó en su justa medida.

Los materiales de calzadas - prestaciones y optimización de su empleo. 1º parte, los áridos, las gravillas no tratadas y los materiales tratados con argamasa

El **"Estudio de las deformaciones resilientes de los materiales granulares sueltos utilizados en capas de base de carreteras"** fue la ponencia presentada por **D. Ignacio Pérez Pérez**, de la *Universidad de Coruña*, y **D. Manuel G. Romana**, de la *Universidad Politécnica de Madrid*. En ella informaron de que uno de los principales objetivos de la investigación de los firmes flexibles de carreteras consiste

en establecer relaciones constitutivas que permitan dar predicciones exactas del comportamiento resiliente de los materiales granulares sueltos que conforman las capas de base y subbase. Por ello, y por primera vez se había realizado en la *Universidade da Coruña* ensayos de módulo resiliente para estos materiales. Así mismo, con el fin de analizar más modelos, se piensa poner a punto un equipo de extensimetría que permita medir las deformaciones radiales y axiales. En realidad y debido a las limitaciones del equipo, en relación con el hecho de no poder medir los desplazamientos radiales, en esta investigación no se pudo separar el comportamiento elástico del material en la parte volumétrica y en la desviadora.

En esta investigación se examinaron algunos modelos que tratan de simular el comportamiento de los materiales granulares bajo las cargas dinámicas, comprobándose que el modelo de comportamiento sugerido por Uzan, que involucra tanto el primer invariante de tensiones como el esfuerzo desviador, es el que produce mejores predicciones del módulo resiliente de los materiales granulares. Además, informaron que, después de que se haya realizado el acondicionamiento del equipo triaxial, en futuros trabajos se estudiarán los modelos que disgregan el esfuerzo y la deformación en sus componentes volumétricas y de corte.

Política y estrategia para el mantenimiento de carreteras: recurso al sector privado

D. Ángel J. Sánchez Vicente, D. Fernando Hernández Alastuey y D. Roberto Llamas Rubio, del Ministerio de Fomento, expusieron la comunicación titulada **"Experiencia española de un nuevo enfoque de la conservación contratada: el sistema de conservación**

integral. Análisis comparativo". En ella describieron los dos modelos de conservación contratada con empresas privadas implantados sucesivamente para mantener la Red de Carreteras del Estado en España. Igualmente, consideraron la introducción de los indicadores como sistema de evaluación de las operaciones más importantes en estos contratos y, por último, la contratación por Indicadores, concluyendo con el modelo que se estima más adecuado para el futuro. La ponencia planteó como modelo para el futuro el mantenimiento de la vialidad incluyendo en el mismo la limpieza de la calzada, drenaje y márgenes, la siega y la poda. Esto se seguiría haciendo con equipos de personal y maquinaria, aboniéndose con varias partidas alzadas según las distintas actividades, y exigiendo desde el inicio del contrato su cumplimiento, controlado parte de ellas con los indicadores más importantes de servicio (atención a accidentes, reparaciones urgentes) y del estado de elementos de la carretera (estado de la señalización vertical, de las marcas viales, del balizamiento, etc.).

Gestión de incidentes

Adrià Marín Puigpelat, del *Servei Català de Trànsit*, **Ismael Gómez y Alberto Lozano**, de *Sistemas de Control y Comunicaciones SA, Grupo FCC*, presentaron la comunicación **"SICTBA-INTRYS. Módulo de recomendación de tiempos de recorrido y retenciones"**. En ella se analiza este sistema especializado para la gestión de la circulación viaria e información al conductor. Entre sus características más señaladas, están la mejora de la seguridad, gracias a su detección de accidentes y retenciones, la optimización de la movilidad, por la supervisión de los flujos de tráfico a través de la sensorización automática y centralizada, con cálculo del tiempo de recorrido

por las vías alternativas, y la información y asistencia a los conductores mediante la red de paneles de mensajes variables sobre retenciones, tiempos de recorridos, etc.

La ponencia **"Detección automática de incidentes en túneles y autopistas"** de **D. Humberto Cerón Sánchez**, de *Sainco Tráfico*, se centra en la detección automática de accidentes, o visión artificial, y las nuevas tecnologías que hacen factible esta posibilidad. Por un lado, el avance en los equipos de TV y vídeo, y por otro el de la informática y el incremento espectacular que ha habido en tan pocos años de la velocidad de proceso.

La combinación de estos avances hace posible crear un subsistema que cubre un vacío existente hasta fechas recientes en los sistemas de explotación de tráfico: la rapidez en la detección de incidentes.

En la ponencia se presentaron las últimas experiencias en metodología de análisis de riesgos y determinación de soluciones para mejorar la seguridad con la aplicación de estas tecnologías, especialmente útiles para túneles y puntos sensibles en autopistas.

Herramientas de gestión del patrimonio carretero: bases de datos y sistemas de gestión (b)

Dña. Marta Alonso, y D. Sixto Vargas, del *CEDEX*, presentaron **"Los indicadores de regularidad longitudinal. Correlaciones obtenidas a partir de los datos del experimento FILTER"**. El proyecto FILTER (Investigación sobre medidas de regularidad longitudinal y transversal de carreteras) es un amplio proyecto en el que participa el Foro de Laboratorios Europeos de Investigación de Carreteras (FEHRL). Su objetivo fundamental es armonizar los métodos de medida de regularidad superficial (longitudinal y

transversal) más comunes en Europa. En esta ponencia se expuso parte del trabajo desarrollado por el Centro de Estudios de Carreteras del CEDEX, analizando los índices de regularidad longitudinal proporcionados por los participantes en el experimento y obteniendo las correlaciones existentes entre cada pareja de índices. Entre otras conclusiones, se afirmó que la reproducibilidad de los mismos datos proporcionados por diferentes equipos es bastante elevada. Que, a partir de los resultados de las regresiones, parece confirmarse que el IRI correlaciona, en general, con aquellos índices sensibles a longitudes de onda media y corta, mientras que, en el caso de índices más sensibles a longitudes de onda largas, la correlación o no existe o no es tan fiable. Así mismo, subrayaron la necesidad de realizar un estudio teórico que correlacione los índices y compare estos resultados con los obtenidos en el experimento.

D. C. Bartolomé Marín, y D. M. A. González Manchado, del Ministerio de Fomento, presentaron la ponencia titulada **"Sistemática de la auscultación de carreteras en España"**, en la que describen todos los métodos de y técnicas que se realizan para comprobar el estado de la Red de Carreteras del Estado, de las Comunidades Autónomas y de las Diputaciones. Por una parte, está la auscultación de red (auscultación sistemática); y, por otro, las auscultaciones a escala de tramo. En el primer caso, las campañas son sistemáticas, y miden (por poner un ejemplo) el Coeficiente de Rozamiento Transversal (CRT) en diferentes periodos de tiempo, primavera y otoño. El Índice de Regularidad Internacional (IRI) se realiza cada 36 meses, en dos campañas que duran 18 meses cada una y que analizan primero el norte de la Península, y luego el sur.



Las auscultaciones a escala de tramo se realizan generalmente para realizar estudios, controlar la calidad a la recepción de una obra, o definir las decisiones de rehabilitación.

Esta exposición terminó con la descripción de los equipos de medida utilizados, así como los modos de empleo y las características en las que deben realizarse las mediciones.

Miércoles 13 de junio

¿El fin de la contaminación del automóvil?

D. G. del Castillo, de la Asociación de Operadores Petrolíferos AOP, presentó **"La calidad futura del aire urbano en Europa"**.

Tras una introducción histórica sobre la contaminación atmosférica, el ponente describió sus efectos sobre la salud y el medio ambiente, para pasar a los Programas Auto Oil I (1992-1996) y II (1997-2000), que han modificado las especificaciones de los productos petrolíferos y creado nuevos elementos y diseños para reducir esta contaminación. Se destinaron a conseguir unos objetivos medioambientales bien definidos, como contraste con otros Programas o Directivas cuya finalidad es aplicar una tecnología.

Los objetivos de calidad del aire del AO II se fijaron en el caso de cinco contaminantes: benceno, monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno, partículas PM10, y ozono, para reducirlos mediante la aplicación de técnicas: sobre la tecnología de los vehículos y su inspección y mantenimiento, y sobre las especificaciones de gasolinas y gasóleos, y con otras medidas no técnicas, como la gestión del tráfico, la política de transportes, el transporte público y el incremento de los impuestos.

Se van a estudiar cuatro diferentes gasolinas y cinco diferentes gasóleos de automóvil, para reducir los VOC en las primeras y las PM en los segundos, sin reducir en ningún caso el contenido en azufre. Estos resultados se conseguirán reduciendo la volatilidad de la gasolina y aumentando las características de combustión del gasóleo, básicamente. Esto supondrá la construcción de nuevas plantas de tratamiento en las refinerías, así como modificaciones en los diseños de los motores de automóvil.

Innovaciones en la política de gestión de carreteras II

D. Josep M. Aragay, Dña. Esperanza Hernández y D. Lluís Moreno, presentaron **"El Concepto de la calidad aplicado a las carreteras catalanas"**. En ella se expuso la necesidad de obtener una medida de la calidad de servicio percibida por el usuario de las carreteras, y contrastarla con la calidad de la oferta medida en términos objetivos. También se propuso detectar los puntos de actuación sobre el sistema de carreteras donde la satisfacción por el servicio obtenido es baja, ofrecer a los responsables de la construcción y el mantenimiento de carreteras una guía de actuación basada en la percepción de los usuarios, y efectuar comparaciones contrastadas entre distintas redes y vías, e, incluso, tramos de

carretera. También incluyen entre sus objetivos el valorar el impacto sobre la calidad percibida de las distintas actuaciones de construcción y mantenimiento, y de la percepción que tiene el usuario a lo largo del tiempo.

Para ello se definió una metodología, se clasificaron a los clientes por tipos (conductores y usuarios de autobuses, turistas en viajes profesionales o de ocio, transporte de mercancías de corta y larga distancia, etc.).

D. Jacobo Díaz Pineda, y **Dña. Esther González Artero**, de la AEC, presentaron la **"Metodología para la estimación de la valoración social de una red de carreteras. Aplicación práctica al caso español"**. En esta investigación se ha buscado la elaboración y posterior aplicación de un cuestionario concreto del que se pueda tener información sobre la estructura del nivel de satisfacción global de la red de carreteras españolas, a través de un índice cualitativo. Con este fin la investigación se dividió en dos fases, siendo la primera de tipo cualitativo, recogiendo información de paneles de expertos y grupos de discusión. La segunda, denominada investigación cuantitativa, se basó en la elaboración de un cuestionario estructurado, que reflejara las inquietudes de seguridad de los usuarios de la carreteras, y que les permitiera expresarse sobre el servicio prestado por ésta en la forma que deseen. Para depurar estas técnicas se empleó un pre-test y una encuesta domiciliaria. Entre otras, en la encuesta se solicitó a los encuestados que otorgaran una nota media global, de 0 a 10, a cada tipología de vía sobre la que se le había preguntado anteriormente, dando como resultado un 7,20 para las autopistas de peaje; un 6,78 para las autovías; un 5,12 para las nacionales; y un 3,17 para las comarcales.



D. José A. Fernández-Cuenca Gómez.

Valoración de los recursos locales en materiales

D. J. A. Fernández Cuenca Gómez, y **D. L. Janini González**, presentaron una comunicación con el título **"Utilización de materiales locales en la construcción de carreteras"**, en la que defendieron el esfuerzo de realizar el máximo aprovechamiento posible de los productos de excavación, evitando vertederos y préstamos, debido especialmente a su fuerte impacto ambiental.

El material de excavación denominado "de transición" era inadecuado, de acuerdo con los criterios de clasificación de rellenos hasta hace unos pocos años. La ejecución sería de tramos de ensayo, estudios especiales y la buena disposición por parte de la Dirección de obra pueden permitir su utilización con unas adecuadas condiciones. El tiempo transcurrido y el buen comportamiento de la carretera Guijuelo-Béjar han demostrado el acierto en utilizar este material de transición.

Los equipos móviles de machaqueo permiten, a un costo razonable, el aprovechamiento de algunos desmontes para convertirlos en materiales que pueden ser utilizados en la ejecución de capas de firme. Como posibilidad de empleo adicional, estos equipos pueden ser utilizados para procesar productos

procedentes de demoliciones, evitando una vez más el uso de vertederos.

El interés es máximo cuando en la obra existen demoliciones de pavimentos, muy adecuadas para su tratamiento con estos equipos.

Las técnicas futuras para la explotación y la gestión de carreteras

D. Ángel Guerra Zalabardo, de SICE, presentó **"Los sistemas de transporte inteligente hacia el nuevo milenio"**, en la que destacó la importancia de la colaboración activa entre el proveedor del sistema y el gestor de las infraestructuras que lo explota. Sin esta colaboración, se corre el riesgo de que haya una falta de definición de los objetivos y estrategias de gestión de una infraestructura, o en el reparto de competencias entre diferentes actores de la gestión de la misma.

Las especificaciones funcionales poco flexibles también dificultarán la aplicación de soluciones, tanto como su falta de definición. Como ejemplos, se expusieron algunas experiencias internacionales, como los sistemas ITS instalados en los accesos a Lisboa en 1998, las Autopistas del Sol en Buenos Aires (con varios concesionarios dentro de un mismo sistema ITS), otro para la Autopista Urbana de Buenos Aires, y la migración del sistema de pago por cómputo del pago por disponibilidad de la carretera, en la A-13 de Londres, desarrollado a plena satisfacción del concesionario y la Administración.

D. José M. Cendón, del Ministerio de Fomento, presentó la comunicación **"Plan de la Administración Nacional de Carreteras (DGC) para el despliegue de los Sistemas Inteligentes de Transporte en la red de alta capacidad española"**. En ella describió el estudio que ha elaborado la

DGC sobre el diseño e implementación de estos Sistemas Inteligentes de Transporte y Explotación (ITS) para la Red de Carreteras del Estado de alta capacidad (autovías, autopistas y vías rápidas) en España. Este estudio está dividido en cuatro documentos: un inventario de los ITS instalados, realizado en 1998, un estado del arte y arquitectura de sistemas ITS para la red, las guías técnicas, y, por último, la planificación de actuaciones ITS en la red viaria de gran capacidad. Su plan de explotación, al finalizar el Plan ITS 2001-2007, es que en cada tramo haya elementos de campo diseminados por la vías. A través de una red de comunicaciones local se centralizará su gestión en el Centro COEX. Otra red de comunicaciones, que abarque todo el ámbito de la red de carreteras estatales de alta capacidad, conectará los distintos Centros COEX con el Centro de explotación avanzada, que estará ubicado en los Servicios centrales de la Dirección General de Carreteras, que permitirá disponer de toda la información de la red en tiempo real y de forma simultánea. De esta forma también se automatizará la información que ofrece el Ministerio de Fomento en Internet, con una respuesta adecuada ante incidencias que unifiquen criterios de actuación.

Los efectos de los arreglos en carreteras sobre la seguridad (A)

D. José María Fernández Cuevas, Dr. Ingeniero Industrial, presentó **"Una seguridad vial basada en la seguridad laboral sobre la vía pública"**. En esta ponencia se propone, fundamentalmente, unificar esfuerzos y coordinar actuaciones para que la seguridad laboral acabe teniendo repercusiones positivas en la seguridad vial, ya que el mejorar los buenos hábitos y las actitudes convivenciales en el



área laboral acaba influyendo en los comportamientos de las mismas personas al manejar los vehículos de motor sobre la vía pública. El autor expuso el establecimiento de una estrategia que coordine y refuerce mutuamente las actuaciones de prevención vial y laboral, presentando para ello una serie de puntos básicos, que desarrolló a lo largo de su intervención.

D. Francisco Selma Mendoza, y D. José Vicente Pedrola Cubells, de la *Diputación Provincial de Valencia*, presentaron **"La seguridad de los ciclistas en la carretera: una experiencia piloto en la Comunidad Valenciana"**, sacando como conclusiones de la implantación de un arcén bici en tres carreteras desde hace cinco años, que las soluciones adoptadas en su día han sido satisfactorias. Los conductores, ante la diferente coloración del arcén, reaccionan como si se produjera un estrechamiento de la calzada y reducen la velocidad. Los materiales empleados siguen teniendo buen aspecto, y las modificaciones legislativas habidas en estos cinco años han sido positivas y reconociendo de hecho el efecto positivo de la circulación de los ciclistas por los arcenes.

Durante este periodo no ha habido accidentes con ciclistas en estas carreteras, pese a haber

concentrado un tráfico apreciable. El tráfico ciclista también se ha visto notablemente incrementado, y los colectivos ciclistas han valorado esta actuación como muy satisfactoria.

D. Roberto Llamas Rubio, del *Ministerio de Fomento*, y **D. José M. Pardillo Mayora,** de la *Universidad Politécnica de Madrid*, presentaron la comunicación titulada **"Desarrollo de un sistema avanzado de análisis de accidentes para el programa de Seguridad Vial de la Red de Carreteras del Estado en España"**. En ella hablaron del proyecto de investigación que llevan a cabo el Ministerio de Fomento y la UAM para establecer y calibrar un conjunto de modelos que, a partir de la información contenida en la base de datos de seguridad vial, permitan estimar los índices de siniestralidad de las carreteras, calcular la reducción de accidentes alcanzable mediante medidas de mejora de la seguridad, y desarrollar análisis coste - beneficio de ellas. El estudio de la relación entre la frecuencia media de los accidentes que se pueden producir en un determinado tramo, y sus características y las del tráfico, tienen un gran interés tanto en la fase de proyecto como en el proceso de diseño de medidas de mejora de la seguridad.

El vehículo del futuro

D. Jorge Mijangos Linaza, de *OHL* y **D. Alfredo Velasco Garrido,** ambos miembros de la *Comisión de Transportes del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de España*, presentaron la comunicación titulada **"Autopistas de alta velocidad"**, planteando el problema de la red española de carreteras de gran tráfico y alta velocidad. En general, salvo las autopistas de peaje, el resto de las vías se han apoyado en las antiguas vías de conexión de pueblos y ciudades, ensanchando y mejorando su trazado. Por ser vi-

as principales y sin alternativas, se han proyectado siempre para ser empleadas simultáneamente por vehículos ligeros y pesados. Este origen hace que los recorridos entre destinos de larga distancia no sean los más cortos. Los trazados, en autovías y carreteras, tienen bastantes puntos con limitaciones de velocidad por debajo de 120 km/h. La limitación de la velocidad en el código español de 120 km/h se ha justificado por cuestiones de seguridad y de consumo, pero la situación real no es esa. Los usuarios desarrollan velocidades mucho más altas, pese a la severidad de la ley, y eso en unas carreteras con serias restricciones geométricas. Los accidentes que se achacan al exceso de velocidad se producen, en la mayoría de los casos, en esos tramos de geometría deficiente. La sociedad valora mucho más la reducción total del tiempo de un viaje, y las cifras de ahorro energético por una reducción de velocidad son poco valoradas por los usuarios.

El nuevo planteamiento de los autores pasa por pensar en unas nuevas vías específicas para vehículos ligeros que sean diseñadas para la velocidad que hoy realmente llevan, proyectando autopistas más cortas, de 160 km/h de velocidad específica, y más seguras que las actuales.

Los materiales de calzadas-prestaciones y optimización de su empleo. 2ª parte. Los áridos, los bituminosos.

D. Rodrigo Miró, D. Félix Pérez Jiménez, y D. Magali Olivier, de la Universidad Politécnica de Cataluña, y **D. Francis Moutier**, del Laboratoire Central des Ponts et Chaussées de Nantes, presentaron **"Evaluación de la resistencia a las deformaciones plásticas de mezclas formuladas a partir de la normativa española y francesa"**. En ella se estudió una de las propiedades más estudiadas de las mezclas bituminosas, considerada en prác-



ticamente todos los métodos de diseño y dosificación.

La estabilidad se suele evaluar mediante ensayos de base fundamentalmente empírica, en los que las probetas de mezcla se llevan hasta la rotura mediante una sollicitación típica de cada ensayo, y la carga de rotura es lo que se denomina estabilidad de esa mezcla. También se utilizan ensayos de simulación, como el de pista de laboratorio o el de la máquina giratoria que evalúan la deformación de la mezcla bajo determinadas condiciones de carga y temperatura. Por último, existen ensayos en los que el tipo de sollicitaciones es muy similar al que estará sometida la mezcla en servicio, como el ensayo triaxial dinámico o el ensayo de corte.

En este trabajo se escogió el ensayo de pista para evaluar la resistencia a la deformación permanente de las mezclas bituminosas. El objetivo del estudio es analizar el comportamiento, frente a las deformaciones plásticas de dos mezclas, habitualmente utilizadas como capa de rodadura, fabricadas con los mismos materiales; pero formuladas a partir de dos normativas diferentes: la primera, según la normativa española, basada en el ensayo Marshall; y, la segunda, según la normativa francesa, basada en el compactador giratorio (PCG). Las

mezclas así formuladas se han ensayado en la máquina de pista de acuerdo a la normativa española NLT-173/84. La formulación francesa se ensayó también con la máquina de pista LCPC de acuerdo a la normativa francesa, con objeto de comparar los dos procedimientos de ensayo.

Transportes viales y entorno (IV): contaminación

La **"Penetración de las vías de comunicación de alta capacidad en las grandes ciudades"** fue presentada por **D. F. Argüello Álvarez y Dña. Belén Peña Sanz**, de PYCSA. En ella se apuntó la necesidad de redimensionar las vías de circulación en general, y particularmente las de alta capacidad en el entorno de las grandes ciudades. El aumento de la capacidad de las carreteras en los accesos a las grandes ciudades ha obligado a realizar duplicaciones de las antiguas carreteras nacionales y después a crear autopistas de peaje paralelas a esas vías desdobladas. El tráfico de penetración que determina el diseño de estas vías se repite en corrientes diarias tanto de entrada como de salida. Así, es necesario compatibilizar grandes intensidades de tráfico, que se concentran en cortos periodos de tiempo, con la garantía de un nivel de servicio satisfactorio para el usuario de la vía. Otra dificultad es hacer que quien se incorpora al tráfico urbano desde una vía de alta capacidad debe percibirlo con suficiente tiempo, además de que el visitante debe percibir la mejor impresión posible de la ciudad a su llegada.

En una permanente búsqueda de soluciones a estas cuestiones, se han ido creando algunas de ellas, a veces en forma de monumentos, como la Puerta de Alcalá en Madrid, pero también la Plaza de Castilla en la misma ciudad, o el acceso norte de la ciudad de Valencia, desde donde se recibe el tráfico proveniente de Barcelona y de Europa.

Los materiales de calzadas - prestaciones y optimización de su empleo 2º parte: las mezclas

D. Carlos Bartolomé Marín y **D. Francisco Villanueva Serrano**, presentaron la **"Experiencia española en nuevas capas de rodadura"**, en la que fueron describiendo los distintos empleos que se han ido haciendo de nuevos materiales, sustituyendo las capas de rodadura de las mezclas bituminosas convencionales por otras nuevas, descritas en el PG-3 del Ministerio de Fomento: las mezclas bituminosas drenantes, las mezclas bituminosas discontinuas, o microaglomerados, y las lechadas bituminosas. Estas tres nuevas mezclas también están recogidas en otros documentos, como, por ejemplo, un proyecto tipo de lechadas bituminosas en el que se recogen su técnica y características.

Las calzadas de hormigón

Dña. Pilar Alaejos, del CEDEX, presentó el **"Estudio sobre la utilización de cementos de alto contenido de adición en pavimentos de hormigón vibrado"**. En esta ponencia presentó las conclusiones más relevantes alcanzadas en un programa experimental realizado para determinar la idoneidad de los cementos de alto contenido de adición en su aplicación para pavimentos de hormigón vibrado. Entre otras, considera adecuados para su empleo en pavimentos de hormigón vibrado a los cementos puzolánicos CEM IV/B 32.5. No se debe permitir el cumplimiento de la resistencia especificada del hormigón en el pavimento a los 90 días de edad, y las características de la adición puzolánica condicionan las del cemento puzolánico obtenido. Debe extremarse el empleo de estos cementos en tiempo caluroso, ya que con altas temperaturas presentan un

comienzo de fraguado más dilatado, una exudación más reducida y una mayor velocidad de evaporación durante las primeras horas. En tiempo frío, el ya de por sí largo tiempo de fraguado se prolonga aún más.

Los cementos especiales ESP VI-1 pueden resultar satisfactorios si se ejecutan correctamente y las condiciones ambientales no afectan al hormigón del pavimento; pero no se aconseja su utilización generalizada en pavimentos de hormigón vibrado, ya que pueden producir fisuraciones superficiales muy intensas y fuertes descensos de resistencias en caso de incidencias durante la ejecución, muy superiores a las que se obtendrían con cementos Portland o cementos puzolánicos.

D. Aurelio Ruiz, del CEDEX, presentó la comunicación **"El comportamiento de firmes con suelocemento en Castilla y León"**. En ella llega a la conclusión de que los tramos con suelocemento de la Red Regional de Carreteras de la Junta de Castilla y León (unos 90 tramos-1 500 km) están funcionando adecuadamente, tanto en ensanches como en variantes, aunque hay que resaltar que la mayoría llevan pocos años en servicio, por lo que habrá que seguir observando su comportamiento.

Frente a los firmes flexibles alternativos, sus principales ventajas son el aprovechamiento de los materiales de la zona y la consecución de una rasante muy cómoda.

Entre otros valores se resalta que el número total de hectómetros con IRI superior a 2,5 es muy bajo.

La seguridad en carreteras y situaciones particulares

D. Roberto Llamas Rubio, del Ministerio de Fomento, y **D. Alonso Domínguez Herrera**, de Prointec, SA, presentaron la **"Experiencia en aplicaciones de los siste-**

mas de información geográfica a la seguridad vial. Análisis y demostración práctica". En esta comunicación se ha expuesto el funcionamiento de un sistema que ya está en funcionamiento en los Servicios Centrales, estando prevista su implantación en las Demarcaciones, facilitando de esta forma el acceso de todos los participantes en la elaboración de los programas de seguridad vial a la información contenida en la base de datos de forma rápida y adaptada a sus necesidades.

El sistema se ha desarrollado en ARC View, sobre una base de datos ORACLE, que contiene toda la información y está diseñado de forma que su ampliación y evolución permita adaptarse sin problemas a la integración de nuevos sistemas (aforos de tráfico y velocidades, sistemas de gestión de señalización, etc.).

D. José V. Pedrola Cubells, y **D. Francisco Selma Mendoza**, de la Diputación Provincial de Valencia, presentaron el tema de la **"Accidentalidad de los ciclistas en la carretera. Análisis en la provincia de Valencia (España)"**. En ella, tras establecer el marco de la utilización de la bicicleta en España, su marco legal, y estadísticas de su siniestralidad pasaron a extraer conclusiones de sus experiencias en Valencia.

A nivel de infraestructuras, hay que conseguir disminuir la velocidad de los automóviles en los tramos más frecuentados por los ciclistas, bien mediante señalización, bien mediante medidas más disuasorias. Los arcenes amplios hacen disminuir mucho los accidentes por alcances. La solución arcén-bici se muestra muy adecuada en las carreteras con gran tráfico de ciclistas de transportes o deportivo. Para el ciclista de paseo, conviene mucho más construir carriles-bici segregados, aunque en determi-



D. Enrique Belda Esplugues, en un momento de su intervención.

nados tramos pueden complementarse con arcones-bici.

Gestión de tráfico (c)

D. Enrique Belda Esplugues, de la DGT en Valencia, presentó la **"Validación y difusión de datos sobre tiempos de recorridos en la carretera N-335 dentro del sistema de control de accesos a Valencia"**. El desarrollo de las aplicaciones ITS en los Sistemas de Control de Accesos mejora la calidad de la información difundida, dando una respuesta clara a la demanda creciente. La exposición de esta ponencia se estructura en torno a la descripción de los equipos actuales y a la aplicación que calcula los tiempos de recorrido. Estos tiempos calculados se comparan con los medidos manualmente a partir de un vehículo flotante, evaluando así la eficacia de la aplicación.

Debido a que la aplicación está basada en la captura en tiempo real de datos, con el objetivo de proporcionar un plan de señalización, este sistema está clasificado dentro de los ITS (Sistemas Inteligentes de Transporte). De esta forma, Valencia ha contado con los elementos para el control y gestión del tráfico por las carrete-

ras más importantes que acceden a la ciudad.

"La aplicación de las nuevas tecnologías a la gestión del tráfico en la red de gran capacidad del Estado", de **D. Jesús Díez de Ulzurrun**, de la **Dirección General de Tráfico**, comentó las inversiones en tecnología de gestión de tráfico, habiéndose instalado en 18 años equipos por un valor de 100 000 millones de pesetas, tendiéndose más de 20 000 km de cables, 2 500 estaciones de toma de datos, etc. Estas inversiones son cada vez más en tecnología de acceso global, con la posibilidad de ser compartidas por las distintas Administraciones que tienen competencia en las redes de carreteras y dirigidas, fundamentalmente, a suministrar información a los conductores en tiempo real, tanto antes del viaje como después.

El objetivo del próximo quinquenio (2001-2006) es el equipamiento del resto de la red de gran capacidad, de tal forma que se disponga de una red de comunicaciones de gran capacidad y velocidad (155 Mb) que sirva de conexión entre los centros de gestión existentes y futuros para poder informar a los conductores en tiempo presente de los incidentes, accidentes, congestiones, retenciones o fenómenos climatológicos adversos que puedan incidir sobre la seguridad en la circulación.

D. Eduardo Bonet Sánchez, de **Indra**, presentó **"Sistema de control multicentro basado en un centro de control principal y cinco subcentros"**. Esta ponencia presentó los diferentes planteamientos de arquitectura y funcionalidades derivadas que pueden plantearse para la aplicación a los sistemas de Gestión de Tráfico de manera que se posibilite el dar una solución a la gestión distribuida. Estos sistemas de gestión de datos de tráfico en tiempo real son los pila-

res para la gestión de las estrategias de tráfico, para conseguir que el flujo se acomode a la oferta de capacidad de la vía, consiguiéndose un óptimo nivel de servicio.

D. Arturo Corbí Vallejo, y **D. Pedro García Relaño**, de **Sainco Tráfico**, presentaron la comunicación titulada **"Supervisión de tráfico por CCTV. Control, detección y grabación digital por Sainco Tráfico"**. En ella presentaron equipamientos y soluciones diseñadas y fabricadas específicamente para el mercado del control del tráfico, con nuevas funciones para mejorar la eficacia de un centro de control.

Un sistema de control de tráfico que incorpore un sistema de supervisión por CCTV integrado consigue la detección del estado del tráfico, incidentes y otras situaciones que permiten una reacción rápida al operador; controlar las cámaras para agilizar las decisiones, y su grabación para su análisis y proceso en función de las necesidades de la explotación.

Las ventajas de semejante sistema de supervisión dependen del tipo de equipamiento que lo configura y sobre todo del grado de integración que ofrezca. Si el sistema, como el que describe esta ponencia, está dotado de ordenadores personales para su control, y cuenta como sistema de almacenamiento del vídeo sistemas digitales (ya sea discos rígidos o DVD) se obtienen las máximas ventajas en el control y gestión de las imágenes.

Los efectos de los arreglos en carreteras sobre la seguridad (b)

"Coste-eficacia de las medidas ingenieriles de bajo coste en la reducción de accidentes, experiencia española" es el título de la comunicación presentada por **D. Fernando Hernández Alastuey**, **D. Ángel J. Sánchez Vicente**, y **D. Roberto Llamas Rubio**, del **Ministerio**

de Fomento. En ella analizaron la eficacia y rentabilidad de las actuaciones de bajo coste de los programas de seguridad vial que viene desarrollando anualmente la Dirección General de Carreteras. Para realizar este trabajo se han estudiado más de 3 800 obras, cuantificando las tasas de reducción de accidentes alcanzadas tras su puesta en servicio, su relación coste-beneficio y tiempo de amortización. La metodología aplicada para su determinación ha tenido en cuenta la variación del tráfico experimentada tras dichas realizaciones, así como que no se haya realizado ninguna otra actuación, al menos durante un periodo de tiempo de un año.

Como resultados, se dan una disminución del riesgo de accidentes de un 38 %, y el de mortalidad en un 34 %, logrando recuperar la inversión realizada en 2,5 años. Dentro de estos programas las mejoras de señalización son las medidas más eficientes, pues reducen el riesgo de mortalidad en un 39 % y se amortizan en menos de 2,5 meses. Los tratamientos de márgenes reducen el riesgo de mortalidad en un 84 %. La iluminación, los tratamientos de travesía, las mejoras locales de trazado y los tratamientos de seguridad vial del firme hacen bajar un 50% el índice de peligrosidad y un 62% el de mortalidad. Los tratamientos de cunetas, rebajan en un 31 % la mortalidad.

Estos programas, que incluyen en general actuaciones de bajo coste, han demostrado constituir una buena estrategia en materia de seguridad vial relativa a la infraestructura.

D. Sandro Rocci, de la Universidad Politécnica de Madrid, presentó **"Un modelo para el análisis probabilista de las visibilidades y distancias relacionadas con la maniobra del adelantamiento entre los vehículos, en una carretera**

convencional de dos carriles". En ella analizó el nivel de servicio que presta una carretera convencional de dos carriles, así como la seguridad de la circulación por ella, relacionada con que se satisfaga de forma razonable la demanda del adelantamiento de los vehículos lentos. Esta demanda se incrementa con la mayor intensidad de circulación, al mismo tiempo que disminuye la oferta, al ser cada vez más difícil encontrar un intervalo suficiente entre dos vehículos contrarios sucesivos.

Al efectuar un adelantamiento, los conductores deberían ser conscientes de que están realizando una maniobra compleja. Además del obligado control de su vehículo, un conductor que pretenda adelantar se puede ver ayudado por una señalización que le sirva de referencia, si bien parece difícil que una señalización fija pueda servir de referencia a todos los vehículos y conductores, cuyas velocidades, prestaciones y aptitudes son muy diferentes.

D. Ángel J. Muñoz Suárez, de la Dirección General de Tráfico, presentó **"Equipamiento de sensores de captación de parámetros meteorológicos y su influencia en el incremento de la seguridad vial"**. En ella analizó el proyecto de Red Inteligente de Estaciones Meteorológicas y Tráfico, desarrollado en la zona centro de España. El proyecto se extiende fundamentalmente a lo largo de las vías radiales que parten desde Madrid con un alcance de 1 500 km, más o menos, y tiene como objetivo la captación y medida simultánea de los parámetros de tráfico y meteorológicos. Se describieron los distintos detectores de tráfico empleados, los detectores meteorológicos (del barómetro al sensor de calzada), su emplazamiento, y las correlaciones entre los parámetros meteorológicos y los de tráfico. Las conclusiones a las que se



llegan se ponen de manifiesto en el Plan de Invierno que se ha establecido como piloto en la N-I, tramo Madrid - Somosierra.

Jueves, 14 de junio

Información y transporte

Dña. Elena Sanz, Dña. Rosa Colino, Dña. Cristina Higuera y Dña. Soledad Sanz, presentaron la comunicación titulada **"Portal en Internet sobre carretera y transporte"**. En ella presentaron el Sistema español de Información sobre carreteras, concebido como un portal temático en Internet distribuido en ocho grandes grupos. Dentro de cada sección se accede a otros apartados con información amplia y variada referente a organizaciones gestoras (de la Administración Central a los ayuntamientos), empresas y asociaciones, investigación y desarrollo, legislación, documentaciones, terminologías, listas de distribución, y enlaces de interés nacionales e internacionales.

En la actual sociedad de la información, estas herramientas sirven para ofrecer todo tipo de informaciones de forma estructurada y organizada, facilitando el acceso al conocimiento de una forma rápida y fiable, con el

consiguiente ahorro que ello representa.

Peajes de carreteras (II)

D. Francisco J. de Águeda Martín, Director General de Carreteras de la Comunidad de Madrid, presentó la ponencia **"Peajes en sombra en Madrid"** en la que tras hacer una introducción justificando las exigencias del equilibrio presupuestario con un déficit público inferior al 3% y la descripción del área de su competencia, pasó a describir las características legales, técnicas y financieras sobre la construcción y conservación de cuatro concesiones, en régimen de peaje en sombra, por un periodo de 25 años, con una inversión de más de 400 millones de dólares. Tres de las concesiones pertenecen al cinturón de la M-45, que supondrá un coste de 300 millones de dólares para los 36,2 km previstos para la ejecución de una vía de 3 carriles por sentido de la circulación, y la duplicación de la M-501 y M-511, de 39,7 km de longitud. Así mismo está previsto un 5º tramo de concesión por el mismo sistema de peaje en sombra en el sur de la corona metropolitana de la ciudad de Madrid, con una inversión de 25 millones de dólares.

El tráfico previsto para el año 2006 y que justifica la adopción de estas medidas y sistema de financiación será, en algunos tramos de la M-45, de 100 000 veh/día, mientras que la IMD prevista para la carretera del Lago (M-501 y M-511) será de entre 20 000 y 40 000 vehículos.

D. Álvaro González-Barra, de la Presidencia de Gobierno de Chile, y **D. José Manuel Vassallo**, de la ETSI de Caminos, Canales y Puertos de Madrid, presentaron una comunicación con el título de **"La incorporación de indicadores de calidad en la regulación de contratos y concesiones de carreteras y autopistas"**, en la que argumentaron que los fuertes proble-



Dña. Elena Utrilla, Concejal Delegado del Área de Obras e Infraestructuras del Ayuntamiento de Madrid, acompañada, entre otros, por D. Víctor Montes Argüello, Presidente de la AEC, y D. Jorge Mora Alberola, Secretario General de Tecniberia Civil.

mas presupuestarios de las Administraciones públicas han llevado a que éstas acudan a la iniciativa privada para gestionar y financiar la conservación y explotación de las carreteras. Para ello se han puesto en marcha diversos mecanismos (concesiones, contratos de mantenimiento, etc.), regulados por la Administración con el fin de fijar las condiciones de concurrencia y de controlar al contratista en sus trabajos.

El presente trabajo tiene por objeto establecer un nuevo mecanismo de regulación de la construcción, mantenimiento y gestión de las carreteras, basado en la aplicación de índices de calidad, de manera que se incentive al concesionario a ofrecer un nivel de servicio lo más adecuado posible al usuario. También hablan de la experiencia chilena a la hora de establecer una metodología para evaluar, de la manera más objetiva posible, la calidad en las concesiones de carreteras y autopistas. La última fase de su ponencia se dedicó a la elaboración de los índices de calidad, especialmente en Chile, como los Índice de Compromiso Patrimonial, Índice de Calidad de Servicio Técnico e Índice de Calidad de Servicio.

Implementación de proyectos de carreteras

"Criterios territoriales para el trazado vías de comunicaciones en valles lineales" es el título de la comunicación presentada por **D. José María Ureña Francés**, **D. José María Coronado Tordesillas**, y **D. Fernando Escobedo Cardenoso**, de la Universidad de Castilla - La Mancha. En ella se aproximan al problema del trazado de las carreteras mediante el estudio de la evolución de distintos trazados (con distintos requerimientos geométricos) en un mismo corredor territorial. Al final llegan a una serie de conclusiones, a través del estudio de dos situaciones concretas, acerca de los criterios territoriales a considerar en el trazado de vías de comunicación terrestre.

Cada trazado debe considerarse como parte de un sistema viario completo, del que forma parte tanto la red secundaria de caminos perpendiculares, como la carretera que se mejora con cada intervención.

En valles fluviales, aunque geológicamente sea más problemático, es más recomendable trazar por la charnela de los va-

lles, o incluso a media ladera, antes que ocupar el centro de los mismos, donde las tierras son más fértiles y el efecto barrera mucho mayor.

Especialmente delicado es el asunto del trazado cerca (o lejos) de los núcleos de población. Una cosa es mantener una distancia para evitar su integración en el núcleo, y otra tener en cuenta que el crecimiento de ese núcleo debe de planificarse también para que no aleje aún más el núcleo de la carretera.

La plaza y el futuro de los túneles de carreteras urbanas.

D. Fernando Catalá Moreno, del Ayuntamiento de Madrid, intervino con la ponencia **"Los túneles urbanos de Madrid"**, en la que, entre otras obras, informó sobre la construcción de 4 nuevos pasos inferiores, dos de ellos muy importantes y que conectarán el Paseo de la Castellana con la M-30, sólo en sentido de salida, y que intentarán drenar el tráfico de ese eje central con la M-30, y, desde ella, el resto de las radiales. Los 2 túneles tendrán 2 000 y 1 000 m de longitud. Pero, además, una vez que el número de pasos inferiores construidos ha llegado a ser considerable, así como algunas de sus longitudes, el Ayuntamiento de Madrid decidió analizar y mejorar su explotación, prestando especial atención a su seguridad; pero sin descuidar los objetivos tendentes a la mejora de la eficiencia, ligados a la mayor productividad de las operaciones de mantenimiento. Fruto de ello y entre otras cosas, nació el proyecto de supervisar y gestionar los túneles desde un único centro de control que coordine todos los recursos necesarios para responder a cualquier tipo de incidente. En una primera fase, el control se limitará a los 7 túneles de mayor longitud, estando previsto, a corto plazo, incorporar el sistema a la totalidad de los túneles madrileños, algo realmente innovador y que

convertiría a la capital en la primera ciudad en el mundo en tener centralizada la gestión de todos sus túneles urbanos.

Posters

Nuevas herramientas para el diseño de proyectos de carreteras

D. Manuel Jesús de la Cruz, D. Juan Antonio Díez de Dios, y D. Javier Mesa Pizzano, de Giasa, presentaron **"El sistema de información de Giasa para el Project Management"**. Este sistema está adaptado a objetivos de gestión basados en el concepto de *Project Management*, y se aplican al seguimiento de obras de infraestructura. Este sistema tiene como objeto asegurar la adecuación entre los objetivos estratégicos de la organización y los sistemas necesarios para soportar dichos objetivos, considerando que hay que realizar un proceso de diseño e implementación de sistemas que tiene que abarcar a toda la organización, prestando atención a conceptos que desbordan el marco específico de una Metodología de Desarrollo de Sistemas, y se centran en la Metodología y medios necesarios para la realización de las tareas implícitas en la concepción de la organización, como en este caso.

D. Jesús Santamaría Arias, y D. Álvaro Parrilla Alcaide, del Ministerio de Fomento, presentaron la **"Orden circular 326/00 (PG3- Geotecnia vial y drenaje). Principales innovaciones"**, en la que expusieron las novedades que se han incorporado a este Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carretera y Puentes. En él, las principales modificaciones se han hecho en el apartado de Geotextiles (dentro de los Materiales básicos, art. 290), los rellenos todo-uno (en la III Parte - Explanaciones,



D. Fernando Catalá en un momento de su intervención.

Capítulo III, Rellenos, art. 333), los geotextiles como elemento de separación y filtro (art. 422) y, ya en la VI parte, sobre puentes y otras estructuras, los anclajes (art. 675) inyecciones (art. 676) y *jet-grouting* (art. 677). En definitiva, las mayores novedades respecto al texto anterior redactado en 1975 se dan en los nuevos tratamientos y clasificación de los rellenos y de sus materiales, la incorporación de los geotextiles y la de nuevas técnicas de tratamiento del terreno.

Progreso en el campo de las mezclas bituminosas

D. F. Martínez Boza, D. F. J. Navarro, D. C. Valencia, y D. C. Gallegos, de la Universidad de Huelva, presentaron **"Características reológicas del aceite de expansión / polietileno reciclado y capas sintéticas"**. Entre otras conclusiones, se resaltan que las mezclas aceite/PER presentan un comportamiento tipo gel en todo el intervalo de temperaturas y frecuencias estudiadas, aumentando las características elásticas y viscosas con el contenido en polímero. Las mezclas aceite/SBS a temperatura intermedia se comportan tipo gel, mientras que a alta temperatura su comportamiento es terminal. A

mayor contenido en SBS se produce un mayor desarrollo de la región "plateau", así como mayores valores de las componentes elástica y viscosa.

Los ligantes preparados con polietileno reciclado presentan, con carácter general, una estructura tipo gel. A 50°C el aumento de contenido de resina produce disminución en el desarrollo de la región "plateau", así como un aumento de los módulos de almacenamiento y pérdidas. Sin embargo, los ligantes formulados con SBS presentan diferentes regiones de comportamiento en función de la temperatura. A baja temperatura, se observa la región de transición al comportamiento vítreo. A temperatura intermedia, una zona "plateau", y a alta temperatura la región terminal.

D. F. J. Navarro, D. P. Partal, D. F. Martínez-Boza, y D. C. Gallegos, de la Universidad de Huelva, presentaron "**Procesamiento y reología del bitumen modificado con polvo de neumático**". Dentro de las conclusiones de su estudio, se subraya que la adición de polvo de neumático a un betún 60/70 mediante un proceso de vía húmeda, produce una mejora en las propiedades reológicas respecto del betún de partida. Por otra parte, la adición de goma de neumático contribuye a disminuir el efecto de endurecimiento primario que se produce durante el procesado de las mezclas a 180 °C. Las distintas granulometrías del polvo de neumático no producen grandes diferencias en las propiedades reológicas a baja temperatura, mientras que a alta los sistemas presentan características elásticas más acusadas a medida que aumenta el tamaño de las partículas. Un efecto similar puede encontrarse al aumentar la temperatura de procesado.

D. A. Pérez-Lepe, D. F. Martínez-Boza, D. P. Partal y D. Crispulo Gallegos, de la



Universidad de Huelva, presentaron las "**Propiedades reológicas de los bitúmenes modificados con polietileno /EPDM**". La adición de polímeros naturales o sintéticos al betún mejora sus propiedades de servicio, eliminando en parte defectos como su deformación permanente a altas temperaturas, roturas, etc.

Los polietilenos ejercen una influencia positiva sobre las propiedades mecánicas del betún modificado. Sin embargo, su empleo está limitado por la incompatibilidad entre el polímero modificador y el betún, y el aumento de viscosidad de las mezclas obtenidas. La incompatibilidad entre dichos sistemas puede dar lugar a una separación de fases a una escala macroscópica, y el aumento de viscosidad dificulta la aplicación con técnicas convencionales en pavimentación.

El objetivo principal de este trabajo es el estudio reológico de las propiedades mecánicas de los betunes modificados con polietileno comercial EPDM y su mezcla, como paso previo a la optimización de la composición y el procesado de las mezclas bituminosas.

Gestión de la circulación

D. Jesús Manzano del Pozo, del Grupo ETRA, presentó la comunicación titulada "**Sis-**

temas de gestión de flotas de vehículos de vialidad invernal", en la que describió el desarrollo de un sistema de gestión para los programas y manuales de actuaciones de vialidad invernal, que incorpora los últimos avances tecnológicos en el campo de la informática y las telecomunicaciones, asegurando la obtención de datos en tiempo real, la automatización de la gestión de los recursos humanos y materiales, y la precisión y agilidad en la transferencia de información a los organismos oficiales implicados y al propio usuario.

D. Ignacio Pérez Pérez, de la Universidad da Coruña, y **D. Santiago López Fontán**, ICCP, presentaron "**La gestión de la red viaria en ciudades de tamaño medio**". En esta comunicación se llega a la conclusión de que es necesario un enfoque conjunto para resolver el problema del tráfico en ciudades de este tamaño, reuniendo tanto la planificación de la red viaria como su gestión, compatibilidad entre los diferentes modos de transporte, y, sobre todo, la necesidad de la oferta de un transporte público de calidad y coordinado, que se presente como revulsivo ante un tránsito privado que se presenta en condiciones de colapso, y niveles de servicio pésimo de las vías colectoras de las poblaciones. Desde las Administraciones públicas se han creado nuevas infraestructuras sobre todo en materia de carreteras y en la penetración a las principales ciudades. El crecimiento del tráfico privado se aborda desde una perspectiva exclusivamente de capacidad, sin casi gestión y sin plantear esquemas razonables y disuasorios que constituyan un transporte público de calidad.

En el ámbito regional se presta poca atención a la especial idiosincrasia de la realidad territorial gallega, concentrando las inversiones en actuaciones que no resuelven satisfactoriamente la

movilidad a escala regional, y, en ausencia de una planificación racional de la compatibilidad entre los distintos modos de transporte.

"El proyecto SITRE" es el título de la comunicación presentada por **D. Juan Carlos de la Rosa**, del Grupo ETRA. En ella se describe este sistema de desarrollo avanzado en control de tráfico urbano, que pretende informar a los conductores, de manera razonable, mediante un panel de mensaje variable, sobre los tiempos de recorrido entre puntos principales de la red viaria de la ciudad. Para ello introduce nuevos conceptos, como tiempo de viaje y tiempo de recorrido, que ayudan a clarificar los procedimientos empleados.

El sistema cuenta, físicamente, con lectores automáticos de matrículas, y un procesador que, una vez adquiridos dichos datos, ejecuta las operaciones necesarias para enviar la información correspondiente a un panel instalado al inicio del recorrido.

Los efectos de los arreglos en las carreteras para la seguridad

"Análisis de la accidentalidad en las intersecciones de la red de carreteras del Estado en Galicia" es el título de la comunicación presentada por **D. Ignacio Pérez-Pérez**, de la Universidad de A Coruña, y por **D. Santiago López Fontán**, ICCP. En ella llegaron a la conclusión de que en las intersecciones existe una interdependencia significativa, demostrada mediante métodos estadísticos, entre el tipo de intersección y la proporción de los accidentes de colisión de vehículos en marcha, de los de salida de calzada y de la proporción de atropellos a peatones. De esto se deduce que hay una clara influencia de la configuración de las intersecciones sobre estos tipos de accidentes.

La proporción de accidentes en los que se producen colisiones



en marcha es inferior en las glorietas que en las intersecciones en T o en Y. Es superior cuando se originan de salida de la calzada. La proporción de accidentes con atropellos de peatones es superior en las intersecciones en X que en otro tipo. En las glorietas y en las intersecciones en T o Y la proporción de atropellos es la misma.

Del análisis efectuado se confirma la necesidad de abordar, con criterios estadísticos, el estudio de la influencia de las características geométricas y de regulación del tránsito de las intersecciones sobre los accidentes de circulación. Para disponer de resultados más precisos es necesaria una mayor cantidad de información sobre los sistemas de regulación de tráfico.

Varios

D. Justo Garmendía García, de GIASA, presentó una comunicación sobre la **"Estabilización de las laderas de Benamejé y Otívar"**. Ambos deslizamientos, aunque diferentes geotécnicamente, son muy similares en cuanto a repercusiones sociales, con desplazamientos de grandes masas de tierras sobre poblaciones pequeñas. Para contener estos deslizamientos han sido necesi-

rias inversiones muy fuertes. En Otívar, en 1996, dos grandes masas rocosas se desplazaban hacia el pueblo, comunicado con dos carreteras, de las cuales una estaba cortada por deslizamientos debidos a grandes precipitaciones. Tras contener con medidas de urgencia el deslizamiento, se realizó un trabajo definitivo con el fin de garantizar la estabilidad de la ladera. Para ello se adoptó como solución un sistema de cuatro muros soportados sobre micropilotes y anclados, que forman paratas o escalonamientos.

En Benamejé, localidad emplazada junto a una gran ladera, con un desnivel de 170 m con el río Genil, existía un problema histórico de deslizamientos, que ya habían causado problemas en 1963 y 1989, coincidiendo con grandes precipitaciones.

En este caso, se establecieron en la cabecera del deslizamiento 19 pozos drenantes de 1 500 mm, conectados entre sí y con 50 m de profundidad. En el borde superior del deslizamiento se reforzó con bulones y gunitados, realizando drenes californianos para eliminar aguas superficiales. Junto con una pantalla superior de bloques de hormigón armado, y una inferior de pilotes anclados a unos 30 m, desde su finalización en junio de 1999 se ha comportado perfectamente.

D. Manuel Jesús de la Cruz Romo, y **D. Francisco J. Mesa Pizarro**, de Giasa, presentaron la ponencia **"Planificación, seguimiento y control. Sistema de convergencia entre valores de producción y certificación"**. Opinaron los autores que estas medidas redundarían en una mayor fiabilidad y rigor de los resultados, evitando tener que realizar distintas interpretaciones de los avances de producción y certificación, y que posibilitaría la aplicación de los resultados a los criterios de penalidad y otros, de una manera uniforme.

La aplicación de esta metodología implica la necesidad de un mayor rigor en la planificación y su seguimiento, ya que de ella va a depender el resultado económico del avance que configura la certificación. Los datos obtenidos, una vez integrados en el conjunto de actuaciones, serán más precisos, más fiables y uniformes, lo que redundará en una mayor eficacia en el establecimiento de previsiones de ejecución y necesidades.

D. Justo Garmendía García, de Giasa, presentó la **"Fragilidad del suelo andaluz para la ejecución de carreteras: construcción de carreteras en climas semiáridos"**. A través de su estudio, llega a las conclusiones de que hay dos grupos de daños bien diferenciados, los derivados de inundaciones, y los de problemas geotécnicos, que se encuentran, en general, dentro de un comportamiento normal de

las infraestructuras en una región de las características geomorfológicas de la andaluza. En general, las carreteras se comportan bien, en especial sus elementos de drenaje y contención en zonas colindantes con los puntos estudiados.

La mayoría de los daños observados son de reparación sencilla y coste moderado, por lo que el grado de seguridad de las carreteras de la Junta de Andalucía, frente a las incidencias ocasionadas por desórdenes meteorológicos, es suficiente, y adecuado a la eficiencia exigible al conjunto de las inversiones en infraestructuras.

D. Alfredo García García, de la Universidad Politécnica de Valencia, presentó el **"Estudio experimental de un silenciador de túneles urbanos"**. Hasta ahora el elemento más empleado era el empleo de materiales fonoabsorbentes, tanto en los parámetros laterales de las trincheras de acceso a los tú-

neles, como en el pavimento de todo el tramo. El Ayuntamiento de Valencia ha experimentado otro método en las dos bocas del túnel de la Av. Doctor Pesset Aleixandre en Valencia, sustituyendo paneles de hormigón por otros especialmente diseñados en sus perfiles y ángulos para desviar el sonido y no sencillamente absorberlo por el material empleado.

Una vez fabricados y dispuestos, las mediciones han arrojado una reducción máxima de los niveles de 5,7 dB superiores a las alcanzables con los sistemas empleados hasta ahora.

Finalmente, también informamos de las intervenciones de **Dña. María Tardón**, del Ayuntamiento de Madrid, sobre **"Movilidad"** y de **D. Aniceto Zaragoza**, de la AEC, éste último con la ponencia **"Defensa e ilustración de la carretera"**, de las que, por diversos motivos, no nos ha sido posible obtener su contenido. ■

La IRF premia a la M-45 (Madrid) por la innovación financiera en su construcción



La autopista, que está actualmente en construcción y que unirá el sur de la Comunidad de Madrid con el Corredor del Henares, ha obtenido uno de los premios que la Federación Internacional de Carreteras concede a las actuaciones de carreteras que, a escala mundial, merecen una distinción especial.

El máximo galardón, concedido en el apartado de Innovación Financiera, fue entregado durante el transcurso de Congreso Mundial de la International Road Federation el pasado 14 de junio y fue recibido por el Director General de Carreteras de la Comunidad de Ma-

drid, D. Francisco Javier de Águeda.

La obra es la primera carretera en España y una de las primeras del mundo, financiada a través del sistema llamado de "peaje en sombra", en el cual la mencionada Dirección ha introducido numerosos avances y mejoras que la han hecho acreedora a este premio.

Los premios del presente año han sido adjudicados, aparte de la M-45, a tres carreteras norteamericanas, dos premios a una carretera noruega, un sistema de medición de tráfico de Taiwan y a un sistema de conteo electrónico en Hong Kong.