

Cáceres, 6 al 8 de junio de 2006

# X Jornadas de Conservación de Carreteras



Las instantáneas recogen la mesa que presidió la inauguración de las jornadas, a las que asistieron más de 750 congresistas, y la exposición.

### Sesión inaugural

La sesión fue presidida por el Director General de Carreteras del Ministerio de Fomento, **D. Francisco J. Criado Ballesteros**, acompañado por el Vicepresidente Tercero de la Diputación Provincial de Cáceres y Delegado del Área de Fomento, **D. Miguel Ángel Morales**; el Concejal del Ayuntamiento de Cáceres, **D. L. Martín Buenadicha**; y **D. Roberto Alberola**, Presidente de la ATC.

Intervino en primer lugar, el **Sr. Alberola** destacando la consolidación de estas jornadas y su mayoría de edad, pues "ya son 21 años desde que se hicieron las primeras en Valladolid", resumiendo los temas que se han ido abordando, cómo algunos de ellos han ido reclamando más y más atención y cómo han ido evolucionando las técnicas, razones que, entre otras, justifican la celebración de estas jornadas y el com-

promiso de la ATC con ellas.

A continuación, el **Sr. Martín Buenadicha**, tras

excusar la presencia de su Alcalde, mostró su satisfacción por la elección de Cáceres como sede de las jornadas, dando la bienvenida a todos los asistentes.

A continuación, el **Diputado Provincial** enfatizó el problema que padecen todas las Diputaciones, que cuentan con un presupuesto muy limitado para un gran número de kilómetros de carretera; y, además, un gran número de ellas no cuentan ni siquiera con anchuras mínimas de 5 m. De hecho, en Cáceres, un 36% de los 1950 km de su competencia no tienen esa anchura.

Finalmente, el **Sr. Criado** destacó el reto del actual Gobierno de pasar de 9000 a 15 000 km de vías de alta capacidad, y que en los últimos años han



ido adquiriendo una gran importancia las partidas presupuestarias destinadas a la conservación, informando que, en los próximos años, se destinarán entre 1500 y 2000 millones de euros para este capítulo, al que se sumarán otros fondos como los destinados a los programas de seguridad vial. Además, es voluntad del Ministerio "contar con una red de carreteras bien conservada y con todos los equipamientos en buen estado", algo en lo que "no sólo estamos planificando de cara al futuro, sino que llevamos trabajando desde el principio". Como dato relevante, destacó que en lo que va de legislatura, se ha pasado de invertir 80 millones de euros/año para conservación de firmes a destinar 300



millones/año, con el compromiso de incrementar aún más esta cantidad hasta los 500 millones de manera estable. Tras ello, habló del Programa de Acondicionamiento de Autovías de Primera Generación, que se desarrollará mediante concesiones a entidades privadas, pasando posteriormente a destacar que en conservación "aún nos queda mucho por hacer" y que "la conservación preventiva es una asignatura pendiente que aún no tenemos aprobada".

## 1ª Sesión.- Gestión del mantenimiento

**D. Álvaro Navareño Rojo**, del *Ministerio de Fomento*, presentó "**Sistemas de gestión de firmes**", defendiendo que el sistema es una herramienta útil al servicio de los técnicos responsables de la carretera, que permite prever distintos escenarios de rehabilitación, con diferentes propuestas de actuación, ajustándolas a las disponibilidades presupuestarias. Ahora bien, la respuesta de estos sistemas informáticos de gestión dependerá de los datos que hayamos introducido en la caracterización de la red, y de los modelos seleccionados. Su configuración debe permitir la obtención de resultados de forma rápida y sencilla, en un entorno amigable, con apoyo gráfico y preferiblemente georreferenciado. Así mismo, para garantizar su vigencia, deben realizarse las labores relacionadas con el mantenimiento y actualización de los datos aportados al mismo, lo que exige una importante apuesta por parte de las administraciones.

**D. Carlos Casas Nagore**, del *Ministerio de Fomento*, intervino con "**Indicadores**": valores numéricos básicos para los sistemas de gestión, y de gran actualidad al haberse incluido determinados indicadores en los contratos de conservación y pliegos de concesiones. Hizo especial hincapié en la importancia de su uso para programar y adoptar decisiones objetivas relacionadas con la conservación y explotación de carreteras. Clasificó los indicadores en operacionales, estructurales, funcionales y de entorno; analizó cada uno de los tipos y su utilidad; y propuso una serie



De izquierda a derecha, Sres. Casas Nagore, Navareño Rojo y Vilanova Martínez-Falero.

de condiciones para su posible inclusión en los pliegos o contratos.

Finalmente, resaltó la importancia que en el futuro van a tener los indicadores funcionales, relacionados con los programas de seguridad vial y con la sensación del usuario de la carretera, y animó para que se avance en la implantación de indicadores de entorno, relacionados con el medio ambiente.

**D. Pedro A. Rodríguez Izquierdo**, de la *Junta de Extremadura*, explicó la composición de las carreteras de su responsabilidad y los tipos de actuación que ejecutan. Su estrategia se basa en dos aspectos: el primero, las labores que realiza el personal dependiente de la Junta que duran todo el año, incluidas las del Plan de Emergencias, mantenimiento invernal, etc.; y un segundo, que son las actuaciones de cuantía mayor y para las que no se disponen de medios suficientes, para lo que se contratan empresas especializadas, ejecutándose esas obras preferentemente en época estival. En Extremadura, en el periodo 2003-2004, se han acometido más de 250 actuaciones con un importe de inversión de 18,3 millones de euros, lo que supone el 26% de la inversión total en infraestructuras viarias en ese periodo en aquella Comunidad.

Por las *Diputaciones provinciales*, hizo uso de la palabra **D. Cayetano Carabajo Sánchez**, de la *Diputación de Cáceres*, quien explicó las características de la red que gestiona y los problemas

que padecen, incluidos los de mantenimiento, y que ha supuesto un gran esfuerzo por parte de la Diputación de aquella provincia.

Por su lado, **D. Rodolfo Sáenz de Ugarte Corres**, del *ACEX*, afirmó que la empresas de conservación, a través de esta Asociación que agrupa a las 29 que tienen el 92% del mercado, ACEX, realizan un llamamiento a que la Administración sea equilibrada y justa en sus Pliegos de Condiciones, en el sentido de que se valore adecuadamente, y según los precios del mercado, aquellos indicadores o estándares de calidad que se definan. Así mismo, que se entiende que el sector de la conservación, con más de 10 000 trabajadores en carretera, está en un punto de inflexión importante; y que parte de lo que ahora son contratos de conservación integral, con una duración de 2+2 años, pasará a lo que se viene denominando contratos de "concesión de conservación". Finalmente, las empresas del sector de la conservación están preparadas técnica y económicamente, y se ofrecen a colaborar con la Administración, como empresas de servicio que son, para que esta transición tenga el éxito esperado.

Finalmente, **D. Juan Ignacio Beltrán García-Echániz**, de *Grupisa*, presentó "**Financiación del mantenimiento**", en la que planteó las necesidades de inversión y los métodos de financiación: tradicional, tarificación -de la que expuso tanto la normativa como la situación



actual- y la alternativa PFI/PPP, original de Reino Unido, basada en el gran desarrollo del mercado de capitales; el traslado al sector privado del diseño, construcción, etc., exponiendo sus ventajas: proyecto de construcción "llave en mano", financiación comprometida en la adjudicación con cargo al balance del licitador, pago de la inversión durante el periodo de concesión, reducido número de licitadores, etc. Así mismo, expuso las condiciones: oferta definitiva; proyecto y financiación cerrados (sólo pendiente de la firma del contrato); fijación del pago anual basado a un estudio de costes; ajustes del pago anual (por incumplimiento de estándares, índices al precio al consumo, etc.) y subcontratación. Tras ello, presentó el cómo, quién y cuándo de las actuaciones de los grupos licitadores, explicando la estructura financiera y alguna de sus fórmulas de aplicación, explicando finalmente el caso de Madrid Calle 30.

### 2ª Sesión.- Seguridad vial

"Actuaciones preventivas de bajo coste" fue la propuesta de **D. Juan Pedro Aguilar**, del *Ministerio de Fomento*, quien subrayó que las restricciones presupuestarias han contribuido a dar un mayor protagonismo y profusión a estas actuaciones, destinadas a eliminar situaciones peligrosas o potencialmente conflictivas para la circulación viaria, de pequeño montante económico global o bajo coste unitario, fácil adopción, rapidez de ejecución y con alta rentabilidad. Tras explicar las actuaciones preventivas y cómo se enmarcan y se procede a establecer los criterios de homogeneidad, expuso los criterios relativos a señalización y balizamiento, sistemas de contención, etc. Posteriormente, presentó una lista de ejemplos de actuaciones de bajo coste que puede afrontar una empresa de conservación integral en el tramo objeto de su contrato, así como algunas de las medidas de bajo coste aplicables a la ingeniería del tráfico y sancionadas por la práctica. Finalizó explicando la eficacia de las actuaciones que persigue la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, indicando cómo se realizan y cómo se cal-



De izquierda a derecha, Sres. Sáenz de Ugarte, Rodríguez Izquierdo, Sánchez Vicente, Carballo Sánchez y Beltrán García-Echániz.

cula la relación beneficio total/coste y el periodo de retorno de la inversión.

**D. Juan Isaac Jiménez Torres**, del *Ministerio de Fomento*, intervino con "**Auditorías de seguridad vial**", en la que concluyó que una auditoría es una revisión sistemática de los elementos de la carretera directamente relacionados con la seguridad, y que son susceptibles de aplicarse tanto a carreteras de nueva construcción como a su mejora o carreteras en servicio. También puntualizó que en la actualidad, en España, no se realizan auditorías de la misma forma que en otros países. Finalmente, que la estructura de una auditoría varía de un país a otro y de una a otra obra, y que, en la actualidad, se está llevando a cabo un Análisis del estado de la seguridad vial en las carreteras en servicio de la Red de Carreteras del Estado.

### 3ª Sesión.- Conservación

"**Vida residual de los firmes**", de **D. Rafael Álvarez Loranca**, de *Geocisa*, estableció el carácter del problema y subrayó que el principal método para conocer el estado de la capacidad de soporte de un firme es mediante la auscultación con aparatos de alto rendimiento, que proporcionan las deflexiones y el radio de curvatura, o, en el caso del deflectómetro de impacto, con la obtención de un cuenco de deflexiones. El primer problema es conseguir

que los datos sean coherentes y que las deflexiones se traten para lograr que puedan considerarse normalizadas: aplicar ciertos coeficientes de corrección para que éstas sean equivalentes a las que se obtienen en condiciones estándar de carga, temperatura y humedad. En el caso del deflectómetro de impacto, es más complicado, ya que no todas las deflexiones que forman el cuenco se ven influidas igual; por lo que, además de establecer coeficientes de corrección, habrá que fijar las variaciones de influencia en cada uno de los geófonos, con lo que la forma del cuenco variará al ser corregido. Tras ello, se tienen dos vías: el análisis de las deflexiones que se vayan produciendo en el firme, y mediante la obtención de los módulos de elasticidad por medio del cálculo inverso y el estudio a fatiga del modelo resultante.

En el análisis con deflexiones se necesita, a partir de la sección del firme, definir la ley de su evolución entre los valores de la deflexión de un firme nuevo y en rotura. En cuanto al análisis a fatiga, se obtiene con la ayuda de las leyes de fatiga, el número de ejes estándar que originaría la rotura por fatiga en cada capa; y, obtenido el número menor de ejes que produce la rotura de uno de los materiales, es posible, conociendo el tráfico anual en la sección en estudio y el número de ejes, saber la vida estructural que le queda al firme. Finalmente, los firmes semirrígidos re-



quieren un tratamiento especial.

**"Sobre la calidad de los áridos"**, habló **D. Carlos Centeno**, de **INTEF-Ingeniería de Trazados y Explanaciones**, exponiendo algunas consecuencias de las auditorías sobre mezclas bituminosas, realizadas en varias obras de la DGC. En primer lugar, en relación con las granulometrías y tamaño máximo de los áridos, indicó que, desde el 1 de junio de 2004, estos deben obligatoriamente tener marca CE tanto para su comercialización como para su uso; y, por ello, conviene que la Administración la exija cuando en sus obras se utilizan áridos que provienen de canteras comerciales en explotación. Estos certificados de conformidad CEE indican una serie de valores para los distintos parámetros de calidad de los áridos, que deben tomarse como un punto de partida para el control de calidad de las mezclas bituminosas. Así mismo, se hace mención a lo observado en relación con fórmulas de trabajo, densidad relativa y absorción, relación filler/betún, proporciones mínimas de polvo mineral, estabilidad, condiciones de repetibilidad y condiciones de reproducibilidad en los ensayos, CPA, naturaleza del árido fino y adhesividad árido-ligante.

**D. Baltasar Rubio Guzmán** del **CE-DEX**, intervino con la **"Patología de mezclas asfálticas. Calidad de los betunes"**, en la que revisó brevemente las características y propiedades fundamentales de los betunes asfálticos, los criterios para el aseguramiento de su calidad, la elección del tipo y contenido del tipo de ligante más adecuado, y, finalmente, los factores de mayor influencia para la dosificación de las mezclas bituminosas con ellos preparados. En este último apartado, afirmó que las mezclas densas, semidensas, gruesas y de alto módulo se dosifican mediante el análisis de huecos y la resistencia a las deformaciones plásticas empleando el método Marshall. Estas mezclas de hormigón asfáltico son muy críticas respecto al contenido del ligante.

En cuanto a las mezclas discontinuas tipo F, tienen una elevada proporción de gravilla y deben dosificarse con betunes de elevadas prestaciones y relaciones polvo mineral/betún elevadas para pro-



Vista parcial de los ponentes de la 3ª sesión sobre las patologías de las mezclas asfálticas. La foto recoge la intervención de D. José Mª Membrillo.

porcionar una elevada cohesión a las mezclas. Las mezclas drenantes y monogranulares se dosifican mediante el ensayo Cántabro, que permite evaluar la resistencia a la disgregación de las mezclas abiertas, junto con la determinación del contenido de huecos. Estas mezclas no son críticas respecto del contenido del ligante; pero su durabilidad depende de la resistencia de los agentes climáticos.

**"Calidad en el proceso de fabricación de mezclas asfálticas"**, de **D. José María Membrillo**, de **Elsamex**, resaltó los principales problemas que acontecen en la fabricación de las mezclas, comenzando con el acopio de los áridos y explicando una serie de normas elementales en su formación, que van desde la preparación de la superficie y la separación real de las fracciones a evitar las contaminaciones, como el barro de las ruedas de camiones o palas, etc. Posteriormente, se detuvo en la alimentación de las tolvas en frío al tambor secador, cuya eficacia depende de la producción de la planta, de la potencia de calentamiento del mechero –su mal funcionamiento es una anomalía bastante frecuente–, del tamaño del tambor y la humedad de los áridos. Después habló de los recuperadores de polvo, de los silos de áridos en caliente, la dosificación en caliente y, finalmente, del mezclador que, dependiendo de su tipo, variará el tiempo de mezcla de la combinación de los áridos con el ligante, tiempo de mezcla que influye en la

dispersión del ligante dentro de la masa de áridos.

**D. Jacinto Luis García Santiago**, de **Sacyr**, presentó su exposición **"Patologías en firmes de mezclas bituminosas en caliente relacionadas con los sistemas de compactación"**, clasificándolas en: relacionadas con las características superficiales, defectos en las juntas transversales o longitudinales debidos a la compactación, y defectos en la integridad de la capa (microfisuración inicial y defectos estructurales). Tras ello destacó la importancia de la densidad, pasando a explicar las diferentes patologías. Dentro de las primeras (las relacionadas con las características superficiales), analizó la textura, las marcas de compactación y rodillo y las erosiones. En cuanto a las relacionadas con la regularidad superficial destacó los defectos de regularidad de origen (rizaduras u ondulaciones, ondulaciones de onda larga); los defectos de regularidad evolutivos (debidos a postcompactaciones por insuficiencia de densidad inicial); y, posteriormente, se detuvo en las juntas (longitudinales, debidas a la falta de homogeneidad de composición de la mezcla; y transversales, en las que un reglaje inadecuado del esponjamiento inicial de partida da lugar, tras la compactación, a una falta de continuidad del perfil y un defecto local en el IRI).

Posteriormente habló de las patologías relacionadas con la integridad de la capa como la microfisuración transversal en la puesta en obra, y finalizó



hablando de los equipos de transferencia de material con capacidad rehomo-geneizadora.

**"Construyendo pavimentos de calidad"**, y especialmente sobre los medios de extensión, hizo su exposición **D. Paul Lavaud**, *International Sales Manager of Roadtec*, subrayando que se debe controlar la rugosidad inicial y la segregación, afirmando que las carreteras más planas duran más y cuestan menos, pasando a explicar el índice de servicio y destacando que la densidad del pavimento es afectado por la segregación de temperatura durante el transporte de la mezcla bituminosa, valorando muy positivamente los silos móviles de transferencia. Para el ponente, se pueden construir en España carreteras con índices de regularidad inicial con un IRI menor que 1, pero destacó que es importante la reglamentación y el fomento de nuevas tecnologías, como el uso de la cámara infrarroja para controlar los diferenciales de temperatura y el silo móvil de transferencia para obtener capas con densidad uniforme y con una regularidad superficial mínima y modernos equipos para medirla.

Finalmente, **D. Javier Cameo Bel**, de *ASEFMA*, resumió las intervenciones de su mesa, destacando que la buena calidad y clasificación de los áridos es indispensable para el buen comportamiento de la mezcla asfáltica, especialmente en las capas de rodadura de altas prestaciones, afirmando que el camino por recorrer en este tema en nuestro país es aún importante. Además, subrayó que la homogeneidad de la mezcla es la asignatura pendiente de los procesos de transporte, extensión y compactación, en relación con la calidad final del producto. También afirmó que las nuevas exigencias de clientes y usuarios de la carretera están haciendo cambiar los criterios de valoración, orden de prioridad de los problemas y las soluciones aplicables.

Para el ponente vivimos un momento especialmente trascendente en la evolución de la técnica y las aplicaciones de las mezclas asfálticas en España y, en general, en el ámbito europeo e internacional.

Posteriormente, se presentó una co-



La adaptación al mercado CE de las mezclas bituminosas. Situación actual en España fue presentada por D. Juan J. Potti (en primer plano) y D. José Mª Ávila.

**municación especial** a cargo de **D. Juan José Potti Cuervo**, de *Asefma* y **D. José María Ávila Macías**, de *Intromac*, con el título **"El mercado CE de las mezclas bituminosas en España"**, en la que se afirmó que la marca CE es un "pasaporte" para la libre circulación del producto en el mercado interior de la UE, y representa el respaldo de la aptitud del producto para el uso previsto conforme a una norma armonizada. Es obligatoria, tras los periodos reglamentarios de implantación, para cualquier familia de productos que disponga de una especificación técnica armonizada publicada oficialmente. Sin embargo, no es una marca de calidad ni tampoco respalda el buen empleo y manipulación del producto ni, por supuesto, el diseño correcto de la edificación u obra civil en la que deba ser empleado. Las marcas de calidad de producto que sean de tipo voluntario pueden seguir siendo empleadas; pero no sustituyen a la marca CE, sino, en todo caso, la complementan.

Finalmente, a partir de enero de 2007, se inicia un periodo en el cual todos los fabricantes están obligados a obtener la marca CE de sus mezclas bituminosas. A partir de enero de 2008 está prohibida la venta de mezcla bituminosa que no tenga la marca CE.

**"Acción COST 354 sobre indicadores de firmas de carreteras"**, de **Marta Alonso Anchuelo**, del *CEDEX*, quien informó que esta Acción se ha plante-

ado abordar el estudio de los indicadores utilizados en la mayoría de los países europeos, tratar de seleccionar los que, al menos hasta el momento, parecen más adecuados, homogeneizarlos, proponer unos umbrales y tratar de combinarlos para que sean útiles en los diferentes niveles de gestión. Por ello, describió los beneficios de esta Acción, sus objetivos (el principal es la definición de indicadores e índices simples de comportamiento de firmas, de forma que se utilicen en el ámbito europeo y que tengan en cuenta las necesidades tanto de los usuarios como de los gestores de la red), trabajos (grupos de trabajo: 1.- Recopilación de la información básica existente; 2.- Selección y evaluación de indicadores individuales de comportamiento; 3.- Combinación de indicadores simples de comportamiento; 4.- Desarrollo de un indicador de comportamiento general; 5.- Informe final y difusión de los trabajos) y plazos (4 años) en los que se va a desarrollar.

**"Obtención de un índice de estado para optimizar la conservación de firmas: aplicaciones en la gestión por las Administraciones y en la elaboración de contratos concesionales"**, de **Víctor Gómez Frías** y **D. Mariano Sánchez Mata**, de *Getinsa*, quienes persiguieron el objetivo de formular un indicador de estado sobre el que se pueda decidir la campaña más eficaz de conservación, para lo que se realiza un estudio de los parámetros con los que se



caracteriza el estado de los firmes, superficial o estructuralmente, cuya validez y utilidad se evalúa a partir de un conocimiento teórico de su comportamiento, pero también de la fiabilidad práctica de su medición y de la tradición de su uso en nuestro país. Como conclusión se propuso y ejemplificó un procedimiento simple de gestión basado en 8 etapas: toma de datos (CRT, IRI, deflexiones, inspecciones visuales), tratamiento estadístico, modelo de evolución, definición de umbrales técnicos para los parámetros, diseño de actuaciones tipo, establecimiento de inversión anual, obtención del plan de actuación óptimo y diseño de campaña de obtención de datos para el próximo ejercicio. Los resultados se consideran de utilidad tanto para la propia gestión de las redes como para la elaboración de contratos de concesiones que incluyan el mantenimiento.

**Dña. Carolina Núñez Cuaresma**, del *Ministerio de Fomento*, expuso **"Evaluación de los costes para el usuario generados durante los trabajos de conservación"**. El objeto de su intervención fue proponer una metodología que permita evaluar los efectos que el cierre de uno o varios carriles provocan en el flujo del tráfico, en particular los retrasos en el tiempo de viaje y el consumo adicional de combustible. Los efectos se traducen en demoras en el tiempo de viaje y en un aumento de los costes de funcionamiento, aspectos que pueden cuantificarse a través de una serie de modelos empíricos, que dependerán del tipo de carretera y el tipo de ordenación de la circulación seleccionado. En función del tipo de corte, los vehículos se verán obligados a compartir una calzada; y, por tanto, la capacidad se verá afectada en los dos sentidos de circulación; por lo que el análisis deberá hacerse por sentido. Además, existen dos aspectos que sería necesario incluir en el análisis: los accidentes y la definición de desvíos provisionales.

**"Sistemas de nivelación para extendedoras"**, de **Jesús Fumadó Gilbert**, de *Temac*, presentó los principios básicos de nivelación, el efecto regularizador de la regla de la extendidora, las referencias y los equipos de los sis-

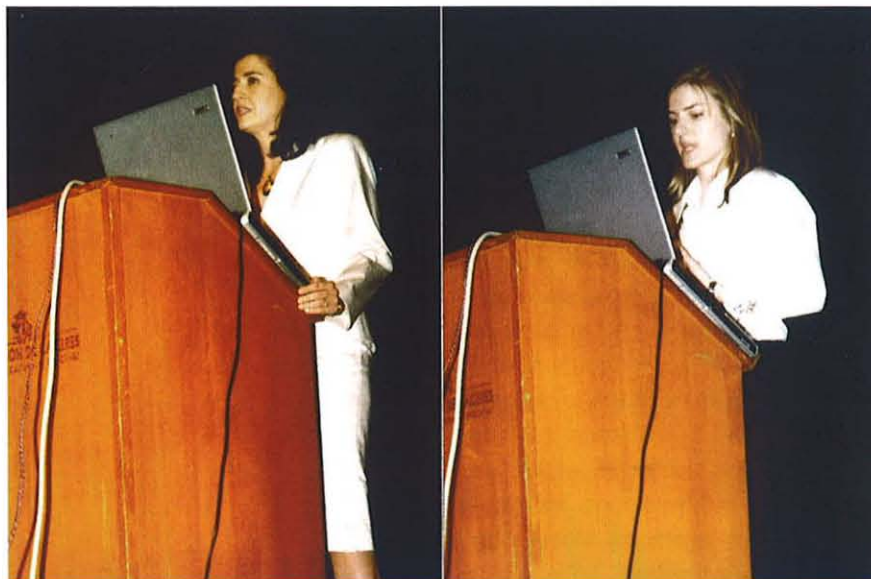


Foto izquierda, Dña. Marta Alonso. Derecha, Dña. Carolina Núñez.

temas de nivelación, así como su evolución, destacando que el hito que marcó la implantación generalizada de los sistemas digitales se produjo con el desarrollo de los sensores ultrasónicos multicélula conocidos como Sonic-Ski. Tras ello, de los sistemas de promediación de larga referencia, los avances habidos en estos sistemas, destacando la incorporación del protocolo de comunicaciones CAN Bus, los sistemas de soporte telescópico, y especialmente el IRI-Scope para los sensores ultrasónicos, que permite la modificación en continuo de la distancia de cobertura de los sensores en la promediación de larga referencia. Finalizó explicando las ventajas del Big Sonic Ski y subrayando que, en las obras realizadas en España, con su empleo en conjunción con el IRI-Scope, se han registrado mediciones de IRI de 0,6 con desviaciones típicas de 0,1, garantizando en todas ellas el cumplimiento de las exigencias marcadas sobre la regularidad superficial.

**D. Ángel Miguel Cano**, de *Túnel de Somport UTE*, explicó **"El túnel de Somport. Experiencias de la explotación"**, informando que, inaugurado en enero de 2003, su contrato de conservación y explotación comenzó 9 meses antes, en los que se produjo una fase intensa de formación del personal. Tras presentar las características del túnel, explicó que su plantilla actual es de 55 personas y que, aunque la gestión del túnel es española, según el convenio en-

tre Francia y España, se constituyó una Comisión Intergubernamental, apoyada por el Comité de Seguridad, y la Comisión Técnica de Seguimiento, que son los órganos encargados de velar por la explotación, conservación, seguridad y puesta al día de la instalación. También explicó que los niveles de tráfico hasta ahora son menores de lo previsto, debido a las obras de mantenimiento de la carretera francesa, subrayando el alto grado de especialización del personal que ha dedicado muchas horas a la formación, entrenamiento y simulacros, avalados por sus actuaciones ante hechos reales. Finalmente, constató que la moderna tecnología implementada es la base de la seguridad en el túnel, pero su mantenimiento requiere gran cantidad de mano de obra y un alto presupuesto.

**"Sistemas de gestión de firmes aplicados al mantenimiento de carreteras"**, de **D. Ramón Crespo del Río**, **Pedro Aliseda**, **Ricardo Baldasano**, **Fernando Ruiz** y **Pedro Yarza**, de *AEPO, S.A.* defendió que se hace necesario aplicar los criterios de conservación de una manera más técnica, y adaptar estos modelos a la realidad de la evolución del estado de las redes y de los tráficos existentes, lo que obliga a realizar una planificación de la conservación por estándares y a dar especial importancia a los sistemas de actuación preventiva, basados en el seguimiento de los deterioros del firme y de la ca-



rretera a largo tiempo. Tras ello destacó las tareas de análisis de la sensibilidad de los modelos de deterioros y de las evoluciones del tráfico, que permite tener un mayor conocimiento sobre la fiabilidad de los resultados obtenidos y un análisis de escenarios presupuestarios, ya que el uso de herramientas de gestión permite su evaluación comparativa, pudiéndose así valorar la importancia de la realización de una conservación preventiva. También se subrayó que otros temas, en relación a la utilidad de las herramientas de gestión, son la evaluación del patrimonio viario y el análisis de los beneficios sociales que la conservación implica.

**"Reciclado en caliente en central continua"**, fue presentada por **D. Ángel García Garay**, del *Ministerio de Fomento*. En ella concluyó que es decisivo planificar exhaustivamente la ejecución de la obra, subrayando que tiene una gran importancia la homogeneidad de los acopios. Así mismo, y tras destacar que conviene simplificar las fórmulas de trabajo, y que hay que definir un plan de ensayos ágil que permita relacionar rápida y eficazmente, afirmó que el resultado es idéntico a una rehabilitación convencional, aunque se ahorra un 50% en árido virgen y betún, y se evita el transporte a vertedero, beneficiando al medio ambiente. Finalmente, el coste debe suponer, a medio plazo, un ahorro al promotor, dato que destacó tras presentar, entre otros, una comparación entre una rehabilitación tradicional y una realizada en caliente en central continua.

**D. Adolfo Güell Cancela**, del *Ministerio de Fomento*, expuso **"Reciclado de firmes. Reciclado en caliente en central discontinua"**, en la que presentó, entre otras cosas, una serie de observaciones a las actuaciones realizadas por la Unidad de Carreteras a la que pertenece. Entre ellas, subrayó lo fundamental de realizar un estudio completo y detallado del material que hay que reciclar, dado que, al aprovechar materiales heterogéneos, podría dar lugar a un nuevo material con tasas de reciclado diferente. También la optimización del proceso de fresado es muy importante y debe realizarse pensando



Sres. Bardesi Orúe Echevarría (izquierda) y Güell Cancela (derecha).

en que la granulometría del material resultante sea más acorde con el necesario en el proceso de reciclado -en Ourense, se fragmenta el material evitando gruesos excesivos, así como exceso de fino-. Dicha optimización, se puede conseguir, sin sobrecostos, ajustando las velocidades, número de pasadas y número de picas necesarias de la fresadora; y permitirá la reducción del tiempo de amasado necesario en el proceso de mezclado para la fabricación de material reciclado.

**D. Félix Pérez Jiménez**, de la *Universidad Politécnica de Catalunya*, intervino sobre el **"Control de calidad en reciclados de firmes"**, defendiendo el control de calidad sobre los materiales, la fabricación, la extensión y la compactación, así como sobre el producto terminado. Por ello, no hay que emplear ningún material sin haber comprobado su calidad y homogeneidad; hay que ajustar la fórmula de trabajo, evitar la segregación y controlar el producto en el proceso de fabricación; controlar la temperatura de extensión y compactación, así como el tiempo transcurrido entre la fabricación y la extensión, etc; y, sobre el control de producto terminado, no sólo controlar las densidades sino también las propiedades de los testigos.

Finalizó afirmando que sólo las técnicas que tienen sencillos y buenos procedimientos de control permanecen y

triunfan, y que el control de calidad debería emplearse como indicador de posibles irregularidades, y no únicamente para la aceptación del producto. También que las técnicas de reciclado, por la mayor heterogeneidad de sus materiales, necesitan de un mayor seguimiento y control.

**D. Alberto Bardesi Orúe-Echevarría**, de *Repsol-YPF*, intervino con **"Ligantes bituminosos para reciclado de mezclas"**, afirmando que los betunes envejecen durante la puesta en obra y a lo largo de su vida de servicio, lo que supone un aumento de la viscosidad, menor susceptibilidad, incremento de asfaltenos y reducción de aromáticas. También dijo que, en reciclados en caliente, el tipo de ligante que se tiene que emplear dependerá del tanto por ciento de mezcla bituminosa que hay que reciclar y del envejecimiento del ligante contiguo; además, puede ser necesario emplear ligantes específicos en cuya composición intervengan rejuvenecedores.

Finalmente, en reciclados en frío, la química de la emulsión es fundamental, y hay que combinar una buena envuelta, una rotura y cohesión rápida, y la estabilidad a corto y medio plazo.

Finalmente, **D. Alberto Fontana Libano**, de *Emsa*, intervino con **"Reciclado de firmes. Maquinaria"**, en la que concluyó que la firma SIM-Grupo



Ammann ofrecía múltiples soluciones para el sector del reciclado, como expuso a lo largo de su intervención, los cuales han sido mejorados tras muchos años de experiencia práctica de campo, que han obligado a ajustar la tecnología para ampliar los requisitos de calidad y medio ambiente. Para ello, comenzó exponiendo la distinción de los dos grandes grupos: reciclado en frío o en caliente *in situ* y reciclado en caliente en central, presentando las virtudes de los equipos: en reciclado en frío *in situ* tanto sobre orugas (fresadoras recicladoras de pavimento) como sobre ruedas (recicladoras/estabilizadoras de suelos) y la planta móvil para reciclado en frío (Wirtgen KMA200) y en caliente en central, tanto las plantas asfálticas de ciclo continuo, de gran difusión en España en la década de los ochenta y mediados de los noventa y que ha tenido un gran retroceso, como plantas discontinuas y con tambor paralelo, que es el sistema más válido desde el punto de vista tecnológico; aunque es el más costoso y se recomienda sólo cuando hay una gran cantidad de material disponible para reciclaje.

## 4ª Sesión.- Explotación

D. Pedro Martín Faraldo, del Ministerio de Fomento, presentó **"La incorporación a la normativa española de la Directiva 2004/54/CE sobre requisitos mínimos de seguridad en túneles"**, dando algunas notas generales sobre particularidades del Real Decreto de transposición a la Red de Carreteras del Estado respecto a la norma europea. A continuación describió en detalle el contenido de la disposición legal, clasificando y desarrollando los requisitos mínimos de seguridad que se prescriben. Por último, expuso las consecuencias de la aplicación de la nueva normativa a los túneles de la Red de Carreteras del Estado, que supone llevar a cabo una serie de tareas de planificación, organización y realización de infraestructuras y explotación que fue comentando; pero a las que también hay que añadir otras de carácter auxiliar o complementario, o bien para dar respuesta a exigencias específicas de la



Sres. Azparren Calvo (izquierda) y Calavia Redondo (derecha).

propia Directiva, de las que algunas de ellas tienen fijadas además fechas límites para su realización, citando un buen número de ellas, como, por ejemplo, la realización de simulacros periódicos conjuntos del explotador y de los servicios de emergencias cada 4 años y parciales los años intermedios.

**"Aspectos relevantes de la explotación viaria"**, fue la propuesta de D. Agustín Sánchez Rey, del Ministerio de Fomento, en la que definió las funciones de explotación y los artículos por lo que se rige y sus modos: directa: 21 646 km y 2 196,5 por gestión indirecta a través de 16 sociedades concesionarias. Tras explicar los distintos modos de explotación y conservación presentó los gastos totales por conservación ordinaria y extraordinaria por sociedades y autopistas, así como por sus elementos, de los que destacó los de vialidad ordinaria e instalaciones de peaje; y en conservación ordinaria por kilómetro, destacando los de vialidad ordinaria, firmes y señalización vertical. Tras ello hizo un estudio de la explotación de túneles: 369 en la RIGE (308 por gestión directa y 61 por indirecta) y los de la Red Transeuropea. Más adelante presentó las áreas de servicio (15 en funcionamiento, 5 en construcción, 7 en proyecto y 82 en estudio informativo de planeamiento), así como de las áreas de descanso, para exponer posteriormente el presupuesto asignado a los accesos y vías de servicio, el estado actual

de las estaciones de pesaje y las actuaciones realizadas en 2005 en el tema de uso y defensa, entre las que se destacan las 9200 autorizaciones concedidas. Finalizó su intervención informando sobre la vialidad, el plan de implantación de los sistemas inteligentes de transporte, las actuaciones medioambientales, la regulación e implantación de las paradas de autobuses, etc.

D. Carlos Azparren Calvo, del Ministerio de Fomento, presentó **"Marcas de calidad en los diferentes productos de carreteras"**, subrayando que el PG-3 viene exigiendo no sólo la marca CE, sino que, además, exige que se pueda comprobar y recomprobar el cumplimiento de la norma europea. A modo de conclusión, el ponente afirmó que con su exposición intentó deslindar, con la mayor claridad posible, lo que pertenece al mundo de la carretera, lo que pertenece al mundo industrial y lo que es potestad de la propiedad. El campo de la carretera en realidad no sólo no está siendo invadido sino que es el mundo industrial el que está interesado en facilitar la labor, de manera que el criterio de disposición y empleo de productos de carreteras se optimice en función de las expectativas de comportamiento que le son exigibles a cada uno de ellos. Por ello, las normas de carreteras continuarán dictando los criterios de implantación de los productos. Simplemente tanto éstas como los pliegos de prescripciones técnicas han



## Simposios y Congresos

de aprovecharse de las clasificaciones europeas, así como de las ventajas que el mundo industrial nos pretende aportar.

### 5ª Sesión.- Gestión de la vialidad

D. Luis Azcue Rodríguez, del Ministerio de Fomento, intervino con **"Actuaciones de vialidad invernal"**. En ella expuso el análisis de la campaña 2005-2006 y las previsiones para la campaña 2006-2007. En sus conclusiones, el ponente insistió sobre el empleo de salmueras en la realización de los tratamientos preventivos, de forma que sobre calzada seca se utilicen preferentemente salmueras o, en su defecto, sal sólida prehumidificada con salmuera. También señaló la necesidad de modificar el sistema de recopilación de datos, de forma que se resuelvan los problemas actuales de falta de homogeneidad y disparidad. Por último, des-

tacó la gran importancia que tienen las reuniones preparatorias de la campaña siguiente para analizar la anterior, detectar los errores cometidos y proponer las mejoras que hay que incorporar durante el verano de cara a la siguiente campaña.

D. David Calavia Redondo, de AETEC, intervino con **"Repintado de marcas viales"**, en la que presentó los fundamentos de la señalización horizontal, los requisitos de las marcas viales, las características de los materiales, incluyendo la marca CE, así como la caracterización de las marcas viales. Posteriormente, expuso los criterios de selección de los materiales y las prescripciones de la aplicación, maquinaria, definición de las condiciones de trabajo y el ajuste en obra. Más adelante, con el mantenimiento, haciendo hincapié en el tema de indicadores, y afirmando que su evaluación y la de sus equipamientos se está comprobando como una de las mejores herramientas

para representar, de la forma más objetiva y homogénea; y en cada momento, cuáles son las condiciones de funcionamiento y estado de la carretera y sus principales elementos constitutivos. Los indicadores de estado de señalización horizontal, en sus dos aspectos de marcas viales longitudinales y transversales, flechas, inscripciones o cebreados, están previstos en el sistema de gestión de actividades de conservación ordinaria y ayuda a la vialidad con sus claves  $E_{73L}$  y  $E_{73T}$  respectivamente. El primero está definido por el porcentaje de longitud de marca vial que requiere repintado. La longitud total se calcula como la suma de los elementos tipificados 731 y 732. El indicador  $E_{73T}$  está definido por el porcentaje de superficie de marcas viales transversales, flechas, inscripciones y cebreado que requiere repintado.

Las jornadas finalizaron con la exposición de las conclusiones generales que publicamos a continuación. ■