

ENTREVISTA

Pedro Galán

RUTAS TÉCNICA

Un Camino hacia la 'ciudad humana': La transformación de Soria capital a través de la Humanización e Integración Urbana

Una visión complementaria a la normativa respecto al tratamiento de márgenes, en particular, en las cunetas

Buenas prácticas en la ejecución de riegos de adherencia

Reutilización sostenible de material fresado en suelo estabilizado S-EST3 y suelo-cemento SC40

CULTURA Y CARRETERA

La carretera en los Juegos Olímpicos de París 2024





Tribuna Abierta

03 La conservación en “román paladino”

Pablo Sáez Villar

Entrevista

05 Pedro Galán

Rutas Técnica

10 Un Camino hacia la ‘ciudad humana’: La transformación de Soria capital a través de la Humanización e Integración Urbana

A path towards the ‘human city’: The transformation of Soria capital through Humanisation and Urban Integration.

José María Riu Grávalos

21 Una visión complementaria a la normativa respecto al tratamiento de márgenes, en particular, en las cunetas

A complementary perspective on the specifications regarding the treatment of roadsides particularly in ditches

José Enrique Pardo Landrove

31 Buenas prácticas en la ejecución de riegos de adherencia

Good practice in the execution of tack coats

Daniel Andaluz, Jesús Felipe, José Luis Peña, Jacinto Luis García Santiago, Rodrigo Miró y Francisco de Asís Martínez

39 Reutilización sostenible de material fresado en suelo estabilizado S-EST3 y suelo-cemento SC40

Sustainable reuse of milled material in stabilised soil S-EST3 and soil-cement SC40

Pedro Hernández Carrillo, Gustavo Adolfo Pérez Morales, Antonio Cerda Ferrer, Juan Carlos Caballero Aguilera y Gema Abellán López

Cultura y Carretera

47 La carretera en los Juegos Olímpicos de París 2024

Álvaro Parrilla Alcaide

Actividades del Sector

57 Rocío Báguena Rodríguez, nueva Secretaria General de Transporte Terrestre

58 Federico Soria, nuevo presidente de ACEX

60 Jornada técnica ACEX. La conservación, servicio esencial

Reflexiones

62 Vision y experiencias de un ingeniero no tan joven

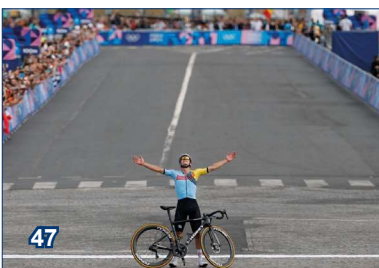
ATC

63 Jornadas Nacionales Seguridad Vial 2025

73 Jornada Técnica “Avances en la sostenibilidad de los firmes: el papel clave de las mezclas semicalientes”

76 Próximos eventos ATC

77 Junta Directiva, Comités Técnicos y Socios de la ATC



Edita:

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

Comité Editorial:

Presidente:

Álvaro Navareño Rojo Presidente de la Asociación Técnica de Carreteras (España)

Vicepresidente Ejecutivo:

Óscar Gutiérrez-Bolívar Álvarez Dirección General de Carreteras, MTMS (España)

Vocales:

Ana Isabel Blanco Bergareche	Subdirectora Adjunta de Circulación, DGT, M. Interior (España)
Alfredo García García	Catedrático de la Universitat Politècnica de València (España)
Jaime Huerta Gómez de Merodio	Secretario del Foro de Nuevas Tecnologías en el Transporte, ITS España (España)
María Martínez Nicolau	Directora Técnica de Innovia-Coptalia (España)
Jesús J. Rubio Alférez	Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos (España)
Javier Sainz de los Terreros Goñi	Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos (España)

Vocales-Representantes de los Comités Técnicos de la ATC:

Rafael López Guarga	Presidente del CT de Túneles de Carreteras
José Manuel Blanco Segarra	Presidente del CT de Financiación
Luis Azcue Rodríguez	Presidente del CT de Vialidad Invernal
Valverde Jiménez Ajo	Presidenta del CT de Firms de Carreteras
Fernando Pedraza Majarrez	Presidente del CT de Movilidad, Planificación y Diseño
Manuel Romana García	Presidente del CT de Geotecnia Vial
Paula Pérez López	Presidenta del CT de Conservación y Gestión
Emilio Criado Morán	Presidente del CT de Puentes de Carreteras
Roberto Llamas Rubio	Presidente del CT de Seguridad Vial
Antonio Muruais Rodríguez	Presidente del CT de Carreteras Sostenibles y Resilientes
Mónica Laura Alonso Pla	Presidenta del CT de Carreteras de Baja Intensidad de Tráfico
Álvaro Navareño Rojo	Presidente del CT de Dotaciones Viales
Rita Ruiz Fernández	Presidenta del CT de Valor Histórico Patrimonial

Redacción, Maquetación, Diseño,

Producción y Gestión Publicitaria:

Asociación Técnica de Carreteras
Tel.: 91 308 23 18 ♦ info@atc-piarc.com

Arte Final, Impresión y Distribución:

Huna Comunicación (Huna Soluciones Gráficas S. L.)
Tel.: 91 029 26 30 ♦ www.hunacomunicacion.es

Depósito Legal: M-7028-1986 - ISSN: 1130-7102
Todos los derechos reservados.

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

Precio en España: 18 euros + IVA

© Asociación Técnica de Carreteras

REVISTA RUTAS

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

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

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



Nº 203 ABRIL - JUNIO 2025

RUTAS
REVISTA DE LA ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS

La conservación en “román paladino”

Pablo Sáez Villar

Expresidente de ACEX

Escribió mi paisano, Gonzalo de Berceo, en su Vida de Santo Domingo de Silos:

*Quiero fer una prosa en román paladino,
en qual suele el pueblo hablar a su vecino,
ca non so tan letrado por fer otro latino:
bien valdrá, como creo, un vaso de bon vino.*

Yo también quiero hablar en “román paladino” y espero que se me entienda.

Cuando a mediados de 2008, hace ya 17 años, me incorporé a ACEX, la Asociación de Empresas de Conservación y Explotación de Infraestructuras, lo hice con dos objetivos fundamentales: por un lado, defender los intereses empresariales de nuestros socios; por otro, impulsar el desarrollo del sector de conservación y explotación de infraestructuras, con el propósito de contribuir a un mejor aprovechamiento de las inversiones realizadas en este ámbito en nuestro país.

En aquel ya lejano 2008, era necesario “vender” a los gestores públicos y a los distintos grupos políticos la importancia de conservar nuestras infraestructuras, y en particular nuestras carreteras, máxime en un contexto marcado por la crisis económica en la que

nos encontrábamos y que tanto impacto tuvo en las inversiones en obra pública, tanto en nueva construcción como en conservación en las infraestructuras de nuestro país.

Hoy, mediados del 2025, son los gestores públicos y los representantes quienes promueven y defienden la necesidad de conservar las infraestructuras, con el objetivo de optimizar las inversiones ya realizadas y ofrecer un servicio de calidad a los ciudadanos. Pero... -y, desgraciadamente, siempre hay algún “pero”- aún queda pendiente que se dediquen los recursos necesarios para ello, lo cual no es un problema menor, ni mucho menos.

En definitiva, hoy la música suena bien, pero nos falta ponerle letra para que se transforme en acción y las cosas se hagan bien.

En suma, y hablando en “román paladino”, la conservación y mantenimiento de nuestras carreteras es condición necesaria que sea considerada como una actividad esencial -recordemos que durante la pandemia de la COVID se reconoció formalmente como un servicio esencia-. Para ello, es imprescindible cumplir dos condiciones: primero que los recursos destinados sean suficientes y segundo, que se priorice la conservación sobre la construcción. Esto no significa que nuestro país ya tenga toda su red de carreteras cons-

truida, en absoluto, queda mucho aún por construir, muchas variantes que realizar, corredores que cerrar y muchos kilómetros que acondicionar... lo que digo, y mantengo como una necesidad, es que para asegurar la movilidad de nuestros ciudadanos y nuestras mercancías y la competitividad de nuestro país hay que priorizar la conservación y el mantenimiento.

Casi siempre la administración central marca tendencias que son seguidas por el resto de administraciones. ¡Ojalá que en la conservación y mantenimiento de nuestras carreteras ocurra eso mismo! Porque en los últimos años la DGC del MITMS ha cambiado la tendencia y las inversiones en conservación están batiendo récords históricos, superando las destinadas a construcción. Aunque hay que reconocer que esos recursos, a día de hoy, siguen siendo insuficientes y no cubren las necesidades reales de la conservación y mantenimiento de las carreteras.

Sin embargo, no resulta fácil que las administraciones autonómicas de carreteras puedan seguir esta misma tendencia. La limitación presupuestaria que enfrentan dificulta considerablemente este objetivo. Aun así, la necesidad de inversión no desaparece; de hecho, en mi opinión, es incluso mayor en este tipo de redes. Su estado de conservación y los índices de accidentalidad lo evidencian de forma clara.

Hay alguna cosa más que hay que cambiar en un futuro próximo en la conservación y mantenimiento de nuestras carreteras, hemos de superar el actual planteamiento de conservación correctiva y evolucionar a una conservación preventiva, que a la larga es más eficaz, más eficiente y más barata.

No podemos olvidarnos del debate pendiente de la financiación de la conservación de carreteras, un debate “abierto” en la campaña de las últimas elecciones generales del 2023 y, a mi modo de entender, “mal cerrado” desde entonces. Entendible ese cierre desde un punto de vista político por el rechazo social que conlleva, pero el problema sigue ahí. Y como ciudadano, me gustaría que mi gobierno abordase los problemas y no hicieses como el avestruz, escondiendo la cabeza.

Es cierto que la carretera genera, vía impuestos y tasas, y según datos de ANFAC, más de 40.000M€ de ingresos a las arcas del Estado. Según datos que hemos publicado en ACEX, las necesidades de conservación del total de carreteras de nuestro país, incluyendo un apoyo al sistema de transportes, estaría en el entorno de los 4.900M€, lo que supone tan solo un 12% de lo ingresado.

Como ciudadano, creo que lo importante no es si la financiación de la conservación se realiza vía presupuestaria o extrapresupuestaria, lo importante es que se realice, ¡qué es lo que no se está haciendo! y que los ciudadanos tengamos unas carreteras que nos permitan disfrutar de la movilidad que es un derecho fundamental, y que lo hagamos de forma segura y que esas carreteras nos permitan ser un país competitivo. Los ciudadanos necesitamos unas carreteras que aseguren una movilidad digna de un derecho fundamental, que nos permitan desplazarnos con seguridad y contribuyan a la competitividad del país.

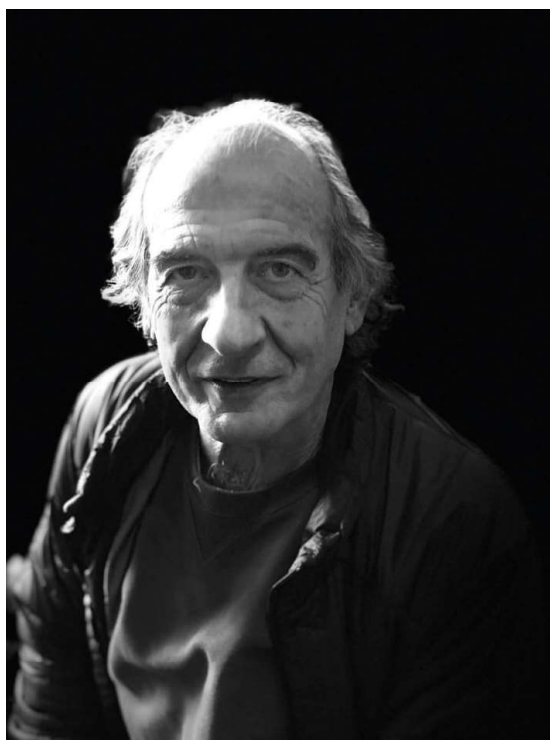
Quiero finalizar poniendo en valor el sector de conservación español, con una inversión por kilómetro equivalente del 50% de la que realizan nuestros países vecinos, según el informe sectorial “Conservación de carreteras en España. Comparativa con Alemania, Francia, Italia y Reino Unido”, elaborado por ACEX, tenemos unas carreteras en un estado de conservación muy similar a las suyas. A ello, sin duda, contribuye un sector específico y diferencial constituido por una serie de empresas y profesionales que tienen claro que son un servicio público que trabaja diariamente por asegurar la movilidad de los ciudadanos y mercancías y por mantener el valor patrimonial de las carreteras.

Yo creo que lo dicho “bien vale un vaso de bon vino”, de Rioja claro. Aprovechando que no tengo que conducir. ❖

Pedro Galán

Por Álvaro Navareño

Pedro Galán es ingeniero de caminos, canales y puertos del estado, ha trabajado en la DGC del actual Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible durante 40 años. Su experiencia supone un activo muy importante para las nuevas generaciones de ingenieros, pero además vivió una etapa importante durante las transferencias de parte de las carreteras estatales a las CCAA en los años 80. Además de ello, ha trabajado en numerosos temas hasta su jubilación, como la valoración de la RCE, y los tráficos e inventarios. Es, además de amigo, una persona reflexiva e inquieta, con una visión clara de los cambios producidos.



Autor: Javier Galan, serie retratos de familia

Naciste y cursaste tus estudios en Madrid. ¿Te condicionó esto para estudiar Caminos?

Si. La carrera me gustaba y estar en Madrid lo facilitó. Entonces era la única escuela donde se podía cursar la carrera de Ingenieros de Caminos. Entré como alumno en la inauguración de la nueva escuela en la ciudad universitaria.

¿Te gustaban las carreteras, el transporte, el patrimonio?

Inicialmente me gustaban las grandes obras de ingeniería y en particular las presas y obras hidráulicas, como consecuencia de las que tuve la suerte de visitar con mi padre.

Al llegar a 3º, mi interés se modificó por el estudio y articulación del territorio, en el cual el transporte en general y las infraestructuras en particular tienen una función básica. Al tiempo y con algunos compañeros de promoción como Agustín Herrero, Fernando Nebot, Pedro Puig, Jesús Rubio, se fue nucleando un grupo de personas interesadas en este tema que luego se fue desarrollando y manteniendo en el tiempo. De hecho, se organizó un curso de urbanismo en 5º, al margen de las enseñanzas oficiales y en la que participaron ingenieros como Fernando Menéndez o Arturo Soria, que nos ampliarían la

percepción del tema. El patrimonio y la cultura no es, ni ha sido un, además. Es algo intrínseco en mi vida.

Describe tu experiencia en la DGC.

Mi entrada en la Dirección General de Carreteras fue casual.

La DGC puso un anuncio en la Escuela buscando colaboradores para un trabajo de planificación territorial. Era octubre de 1975, fui a la Subdirección General de Normas Técnicas y Prospecciones al frente de la cual estaba Enrique Balaguer y en la que muchos de sus componentes eran catedráticos

y profesores de la Escuela de Madrid. La Sección de Estudios donde tenía el trabajo estaba encabezada por Ángel Uriarte que poco después, fue el Catedrático de Economía de la Escuela de Caminos de Santander y con Fernando Aragón, primer ingeniero español en estudiar Urbanismo en Londres. Obviamente no pude caer en mejor sitio.

Aquella Dirección, poco tenía que ver con la actual. La red de Carreteras del Estado estaba descapitalizada y con una dimensión (80.000 km) tres veces superior a la actual. El conocimiento de las características de la red era mínimo debido a la ausencia de inventarios y la mayoría de las actividades se hacían desde la propia DGC (Servicios centrales y territoriales) sin la existencia de asistencias técnicas para supervisión de estudios y proyectos ni de gestión en las actividades de conservación.

En ese escenario, había en cambio una gran preparación y actualización de los conocimientos técnicos. En 1960 y con la ayuda americana, muchos ingenieros de la DGC fueron a Estados Unidos y allí se pusieron al día en el estado del arte. Vinieron además con las novedades de la ingeniería de carreteras entre las que estaban los estudios de tráfico e inventarios que sirvieron de base para la redacción del Plan de Carreteras de 1960 y el PLAN REDIA de 1967.

La DGC disponía además de una importante biblioteca que tenía subscripciones a las más importantes revistas de ingeniería del mundo y que semanalmente se pasaban a los técnicos de la dirección. Hoy ya no hay Biblioteca. Existe Internet.

Aunque es difícil la elección. Voy a empezar preguntándote algunos aspectos que consideras destacados en tu trayectoria profesional.

La participación en la elaboración del Plan General de Carreteras 1984-

1991 (93) ha sido uno de ellos, porque permitió planificar y actuar sobre la totalidad de la RCE que entonces eran 20.000 Kms y que no se redujo a la mera elaboración y aprobación del Plan. En los años siguientes y con Justo Borrajo, en la red interurbana, Jesús Rubio en el medio urbano y Jesús Linares y Jesús Murillo en la travesía de población, todo ello en coordinación con las Unidades y Demarcaciones de Carreteras, se procedió a la materialización del Plan en lo que se refiere a la creación de infraestructuras. La conservación y reposición de carreteras, correspondió íntegramente a la Subdirección General de Conservación y Explotación.

Al igual que en este Plan, participé en los posteriores planes sectoriales de Carreteras.

En 1983, se procedió a hacer un inventario de características geométricas y equipamiento de la RCE resultante tras efectuar la transferencia de 60.000 Km a las Comunidades Autónomas. El anterior de 1960, estaba obsoleto. Este nuevo, se hizo con procedimientos automáticos de toma de datos que luego se explotaban en el ordenador IBM 360 de la DG y fue el primero en Europa en emplear el vídeo para gravar todas las carreteras de la red. Este inventario ha sido actualizado en dos ocasiones posteriores, la última de las cuales (2008) permitió el uso de imágenes y datos por todos los técnicos de la DGC, a través de los ordenadores personales. Como uno de los productos de este inventario, fue la realización de un sistema de información geográfica (SIG) que fue utilizado en todos los departamentos de la DGC y en particular en el Mapa de Tráfico desde 1991. Otro de los resultados de la explotación del inventario, es el Catálogo actualizado de la Red de Carreteras del Estado.

En ese medio propicio, desarrollé una metodología de estudios de

accesibilidad que se aplicaron tanto en la RCE como en los planes de carreteras de las distintas Comunidades Autónomas, con la finalidad de que la red de Carreteras, además de suministrar un determinado nivel de servicio y capacidad en sus tramos para la demanda de tráfico existente y futura, garantizara también una accesibilidad a todos los núcleos de población y actividad y propiciara un equilibrio territorial. Esta metodología es perfectamente aplicable para todos los tipos de viarios. (En particular en las redes de las Diputaciones, se han empleado para asegurar el acceso a los servicios públicos por debajo de un tiempo límite).

En 1989 hice el Manual de Evaluación Económica Coste-Beneficio para proyectos de Carreteras que se ha venido utilizando desde entonces y que contenía una prognosis de tráfico que se ha ajustado bastante al comportamiento posterior de la red.

A finales de los 90 me hice cargo del Departamento de Tráfico en el que tanto el trabajo de campo como el de la explotación de datos se ha realizado íntegramente con personal técnico de la DGC. Aquel, desde las Unidades de Carreteras, en una labor encomiable, y después, con la posterior depuración y elaboración de informes puntuales y globales en los Servicios Centrales. Dentro de este equipo destacaría la presencia de Manuel de Lucas, Silvia Muñoz, Silvia Fernández, Beatriz Sánchez Cobo, Matilde Dueñas, Sebastián Hernández y Javier Pardo, que entre otros fueron participes y continuadores de este trabajo. La labor de información se completó con la realización de informes de coyuntura, en los que trimestralmente se analizaba la evolución del tráfico y la economía. Inicialmente los informes eran en papel, luego en correo electrónico y finalmente y con carácter mensual en la WEB de Carreteras con acceso y uso de cualquier interesado.

Del primer mapa de tráfico en papel en 1960 se pasó al Mapa de tráfico con CD.ROM (2003) y posteriormente a un visor instalado en la propia WEB del Ministerio.

En este punto destacaría la colaboración establecida con las Comunidades Autónomas y Diputaciones tanto técnica, como en el intercambio de información para poder disponer de una información integrada de todas las redes de Carreteras y que luego es publicada en los distintos anuarios nacionales e internacionales.

Has estado en la DGC 40 años. ¿Ha cambiado tu visión desde que empezaste?

Ha cambiado el mundo. Han cambiado las técnicas y por tanto ha cambiado también la carretera y cuanto le rodea.

Si bien se sigue manteniendo el objetivo del medio: transporte seguro y eficiente de viajeros y mercancías. De una red descapitalizada en la que en 1975 sólo había 804 Km de vías de gran capacidad, se ha pasado a cerca de 18.000 Km en 2023, muy por encima del resto de países de Europa. El tráfico de mercancía por carreteras se ha casi triplicado en ese tiempo y el de viajeros lo ha hecho en 2,5 veces.

La carretera es en la actualidad el modo hegemónico del transporte, con cifras 30,4 veces superiores en mercancías y 14,7 veces en viajeros con relación al ferrocarril.

La calidad de las vías ha permitido que la velocidad en las carreteras se haya casi duplicado. Más importante aún, es la mejora de la seguridad vial, ya que en 1975 fallecieron 3714 personas en carretera, mientras que en 2024 lo hicieron 1154 en el conjunto de redes, con lo cual, dado el fuerte incremento de tráfico en el periodo (de 60.000 millones de ve-



Autor: Roberto Llamas

hículos km a 260.299), el índice de mortalidad se ha reducido en 14 veces. En este sentido la evolución no ha podido ser mejor.

¿Cómo ves el cambio en tecnologías? ¿Se está inventando la rueda?

Han cambiado las magnitudes de transporte, han cambiado los métodos de gestión y actuación en las carreteras y han cambiado las tecnologías a disposición de los técnicos en todos los niveles.

En 1975 el tercer cuerpo del MOP era el de delineantes que de un plumazo han desaparecido con la entrada de los ordenadores. En 1985, si no se hubiera desarrollado la informática para el dibujo y elaboración de planos, no se podría haber llevado a cabo la totalidad de estudios y proyectos que se hicieron en esa época.

Hemos pasado, del lápiz y la regla de cálculo, al ordenador personal, del libro a las bases de datos, de técnicas manuales de toma de datos a técnicas automáticas con Big Data etc. De las cartas con información y las llamadas de teléfono, se ha pasa-

do a un sistema interconectado, donde todos los técnicos pueden acceder a las mismas fuentes y en su caso actualizarlas e interactuar entre ellos.

Ahora bien, todas esas facilidades, no eluden la labor básica de reflexión e ingenio que corresponde a un ingeniero en el diseño y la toma de decisiones. Las bases de datos y las hojas de Excel son una magnífica herramienta, pero no la respuesta a las necesidades de la carretera.

Para mí, el gran peligro, es conformar la realidad a sus espaldas, es decir, hablar de la carretera y hacer en la carretera sólo desde el ordenador. Por eso me parece básico la existencia de Unidades de Carreteras y Demarcaciones en conexión con los Servicios Centrales

¿Y la DGC actual?

Cuando yo entré, el director general de Carreteras dependía directamente del ministro y solo recientemente se había pasado de tener un solo subdirector General a diversificarse las competencias. Entonces, era el Ministerio de Obras Públicas, cuyo nombre dejaba muy a las claras su función: creación de infraestruc-

turas. En ese sentido, los Ministerios de Sanidad y Educación, sí dejaban explícito en su nombre y a las claras sus objetivos, (En el MOP era otro: importaba el medio, no el fin).

Ahora, por un lado, las infraestructuras están sustancialmente hechas y queda la labor más importante de conservación y explotación de la red. Por otro lado, el resto de Los departamentos Ministeriales: ferrocarriles, puertos, aeropuertos y no digamos obras hidráulicas que pertenecen a otro Ministerio, cuentan con agencias y empresas públicas.

Solo queda la DGC, y no sería extraño que el Ministerio retomara su nombre original como Ministerio de Fomento (1851) o bien, dentro del propio Ministerio de Hacienda, integrando todas las áreas de inversión esparcidas por distintos ámbitos en la actualidad.

En cualquier caso, sí me gustaría señalar una anomalía que sólo tienen Irlanda y España en la Unión Europea. Se trata de la gestión del tráfico, que en todos los países está adscrita al Ministerio de Transportes y aquí no lo está. Su pertenencia a la DGC mejoraría la eficiencia y la explotación de carreteras desde este punto.

Ahora bien, la DGC debiera seguir teniendo la organización territorial actual y única en toda la Administración General del Estado, fuera de la policía, ejército o hacienda. Con lo cual, además de la cohesión territorial es fundamental para el eficaz cumplimiento de sus objetivos, como bien se ha podido corroborar a lo largo de su existencia.

¿Cuáles pueden ser las amenazas de la carretera actualmente?

La carretera tuvo una amenaza real en el siglo XIX, cuando se desarrolló la red ferroviaria y los caminos eran complementarios al ferrocarril.

Actualmente estamos en una época donde las comunicaciones se realizan en una parte de forma virtual, por Internet y otra físicamente. Es aquí, donde el transporte por carretera tanto de viajeros como de mercancías es de lejos, el más relevante de todos los medios de transporte (86% de los viajeros.Km y más del 84% de las Tm.Km).

Ello no quita, que existe una complementariedad entre los modos (largo recorrido y accesos en grandes ciudades), que hace que todos sean importantes y ninguno prescindible.

A la carretera, se han incorporado todos los avances tecnológicos, lo que permite actuar en tiempo real, tanto para la conservación y explotación como para la elección de caminos por parte de los usuarios, en función del tráfico existente como de cualquier incidencia (climatológica, física, accidentes etc.).

Los aspectos medioambientales, están presentes, tanto en los diseños del viario a través de la preceptiva evaluación de impacto ambiental, como a través de la tecnología para minimizar la emisión de combustibles fósiles. Ello se realiza a través del control del parque de vehículos en la ITV y con la implantación progresiva de vehículos híbridos y eléctricos. El transporte de mercancías por carreteras es excesivo en relación con el ferrocarril, y sigue siendo el punto débil en España, dadas las características de las mercancías a transportar, como del propio diseño de la red y gestión en la formación de cargas en la red ferroviaria. En España el transporte por carretera es siete veces superior con relación al ferroviario en Europa (30 sobre 3.9 en la U.E.).

En cualquier caso, no hay que olvidar que la red de caminos y carreteras es el sistema que articula todo el territorio, moviendo grandes magnitudes y dando accesibilidad a

cualquier punto del espacio. El sistema viario en su conjunto es pues, el sistema de transporte básico y el que estructura el territorio.

¿Cómo ves actualmente la diversidad de género en el ámbito de las carreteras?

Afortunadamente de normalidad. En las oficinas de la DGC siempre ha existido, aunque no en los niveles más altos y han hecho que el sistema estuviera engrasado y funcionase.

Desde hace 30 años y a través de los grupos A2 y A1, la mujer forma parte del equipo técnico y directivo de la DGC. El cambio, ha sido radical en la forma y en el fondo. Hasta bien entrado el siglo XXI era normal que ordinariamente el trabajo se prolongara hasta las 9 o 10 de la noche. Las mujeres, con puestos técnicos de responsabilidad, exigieron compatibilizar sus responsabilidades técnicas con las propias de su vida personal y maternal. Se ha conciliado y todos se han beneficiado de ello.

Recientemente, hace menos de 10 años, el teletrabajo ha incidido en este cambio pero que sin duda ha sido generado por la presencia favorable de la mujer. Este cambio también se está operando en el personal que directamente trabaja en la carretera.

¿Cómo ves a los jóvenes en la carretera actualmente?

Como un bien necesario. El funcionamiento óptimo de cualquier organización se basa en una buena interacción entre sus elementos ya sean técnicos, por responsabilidad, o por edad. En relación con este último aspecto, la edad, la ausencia de cualquier estrato, conduce al enriquecimiento de la institución. Así como su presencia conduce a un enriquecimiento de todos.



Todas las generaciones nuevas son singulares. Ésta, presenta para mí, como elementos muy positivos; la integración de ambos géneros, el dominio de idiomas y el empleo normalizado de las nuevas tecnologías.

¿Cuál es el otro lado de la moneda? Olvidarse, que la carretera y el ser humano al que sirve es algo físico que está en el territorio y no en el ordenador de un despacho. La vida no es resultado de una ecuación y menos aún, si esta es simple.

Tu estás preocupado por el Patrimonio de Carreteras. ¿Por qué te interesa? ¿Por qué crees que debe ser preservado?

Todo ser humano desde que nace, se desenvuelve en un doble medio; uno natural y otro artificial, que es legado a la siguiente generación constituyendo su PATRIMONIO.

El primero de ellos es el medio natural -LA NATURALEZA-, que constituye nuestro soporte vital y sobre el que se asienta en continua interacción y alteración, el medio de los ingenios y artificios ideados por el hombre, para mejorar y facilitar en principio su calidad de vida. A ella pertenecen las

Obras Públicas en general y la carretera en particular, cuya razón de ser es estrictamente funcional (En sentido primigenio, dar servicio a una población, pero también como defensa, facilitando el dominio militar o político, como muestra de poder religioso o civil o incluso por el interés derivado de su propia construcción). Sobre este patrimonio se va acumulando la cultura y la vida de muchas generaciones, que a modo de palimpsesto trabaja sobre lo recibido, dejando sus huellas al margen del valor funcional que motivará su construcción.

Hasta tiempos recientes, solo ciertas obras puntuales de la arquitectura e ingeniería habían recibido la consideración-valoración de la sociedad, mientras que no ha sucedido igual con las infraestructuras lineales, salvo el camino de Santiago que es un ejemplo extraordinario de patrimonio cultural por múltiples aspectos (histórico, religioso, artístico, generador de poblaciones etc.).

Otro tipo de infraestructuras, como el ferrocarril, ya habían comenzado las tareas de valoración. A las carreteras le ha llegado tarde, pero éste es su momento.

Volviendo a tu pregunta inicial, siempre me ha interesado la cultura y el Patrimonio. Profesionalmente en la DGC promoví "El estudio de caminos históricos y su confluencia" y "Conflicto con las carreteras de la RCE", dentro del Plan Sectorial de Carreteras 2003 y participé en "las normas de señalización de los caminos de Santiago en los tramos de confluencia con la RCE (2008).

Aunque participes en ellos ¿Cómo valoras las actuaciones que está llevando a cabo la DGC en el tema de Patrimonio de Carreteras?

Me llenan de satisfacción, porque da respuesta a un interés mostrado por muchos compañeros e institucio-

nes ante el vacío que había en carreteras.

Se ha contado con la participación de la escuela de Ingenieros de Caminos de Ciudad Real; José María Coronado, Javier Rodríguez Lázaro, Rita Ruiz, auténticos expertos en Patrimonio de Carreteras y Obras Públicas, que han aportado su bagaje intelectual para elaborar y ensayar una metodología que ha permitido identificar, más de 5300 Kms de tramos históricos de carreteras de la RCE y cuya validez es extensible a Comunidades autónomas y Diputaciones.

Desde la DGC se ha contado con el trabajo de las Unidades y Demarcaciones de Carreteras y en particular de los equipos COEX, para la localización de los tramos y la realización de fotos y fichas.

La dirección del trabajo te ha correspondido a ti, Alvaro Navareño, ahora en funciones de entrevistador, que has posibilitado su realización y que se ha materializado con la publicación del libro "Identificación y valoración patrimonial de las carreteras históricas españolas de titularidad estatal. Metodología y avance de resultados (2023)".

Ahora se trabaja con la participación de la Fundación de Ferrocarriles Españoles (FFE), en la actualización y mantenimiento del inventario y de una página WEB del propio Ministerio y en la obra y señalización del Paso de Despeñaperros de Carlos Leamur, al que seguirán el proyecto y obra de otros tramos históricos.

ALGO MAS

Si, quiero felicitarte y felicitarnos por lo conseguido y animar a todos los técnicos a que aunen en su hacer el texto en el contexto; la obra bien hecha con la consideración y valoración del medio en el que se inserta ❖

Un Camino hacia la ‘ciudad humana’: La transformación de Soria capital a través de la Humanización e Integración Urbana



A path towards the ‘human city’:
The transformation of Soria capital through
Humanisation and Urban Integration.

José María Riu Grávalos

Jefe Área Conservación y Explotación de Soria

Demarcación de Carreteras del Estado en Castilla y León Oriental

Dirección General de Carreteras, MITMS

La ciudad de Soria, ubicada en la provincia más oriental de Castilla y León, con la menor densidad de población de toda la Comunidad Autónoma, ha iniciado un ambicioso proceso de transformación urbana que busca mejorar la calidad de vida de sus habitantes y garantizar un futuro más sostenible. Entendiendo por *humanización* una estrategia en el diseño urbano y de transporte, centrada en las personas, que prioriza su bienestar, seguridad y calidad de vida, enfocada en crear espacios públicos accesibles, agradables y seguros, reduciendo el dominio del automóvil, se ha dividido la actuación integral en tres proyectos que están redefiniendo la ciudad con una visión más inclusiva, accesible y respetuosa con su patrimonio

The city of Soria, located in the easternmost province of Castile and León and characterized by the lowest population density in the entire region, has undertaken a far-reaching urban transformation process aimed at improving the well-being of its inhabitants and ensuring a more sustainable future. Humanization, in this context, is understood as an urban and transportation design strategy focused on people, prioritizing their safety, health, and overall quality of life. This approach emphasizes the creation of accessible, pleasant, and safe public spaces while reducing car prevalence. The comprehensive scheme has been divided into three projects, each contributing to the redefinition of the city with a more inclusive, accessible, and heritage-conscious vision.

- **Proyecto 33-SO-3370** “Humanización, integración urbana y ordenación de los distintos usos de las travesías de la carretera N-234, entre el p.k. 351+500 y el p.k. 352+770. Av. Valladolid y de la carretera N-111, entre el p.k. 223+000 y el p.k. 225+150. C/ Eduardo Saavedra y Ctra. Madrid, Soria, provincia de Soria”
- **Proyecto 33-SO-3380** “Humanización, integración urbana y ordenación de los distintos usos de las travesías de la carretera N-111, entre el p.k. 226+330 y el p.k. 227+130 carretera de Logroño, y de la carretera N-234, entre el p.k. 348+750 y el p.k. 349+201 y del p.k. 349+312 al p.k. 350+230. C/ San Agustín, Soria, provincia de Soria”
- **Proyecto 33-SO-3420** “Humanización e integración urbana del Puente de Piedra de Soria, incluida la rehabilitación, situado en la travesía de la carretera n-234, del p.k. 349+201 al p.k. 349+312, provincia de Soria

Prólogo

Redactado por Roberto Llamas Rubio

*Jefe de la Unidad de Seguridad Vial de la DGC (MTMS)
Presidente del Comité Técnico de Seguridad Vial
de la Asociación Técnica de Carreteras (ATC)*

La dicotomía existente en el ámbito del transporte entre las infraestructuras concebidas para un tráfico fundamentalmente motorizado —en su mayoría de largo recorrido— y su paso por entornos urbanos, debe resolverse de forma satisfactoria y segura para la ciudadanía. Este es un requisito imprescindible si queremos alcanzar el gran objetivo de reducir a la mitad la siniestralidad vial en la próxima década y, más ambiciosamente, si aspiramos a lograr la anhelada “visión cero”: cero víctimas mortales o graves en el horizonte del año 2050.

Para avanzar en esa dirección, se están impulsando numerosas medidas orientadas a la integración de las carreteras en el tejido urbano de manera “pacífica” y “humanizada”. Con ello no solo se mejora la seguridad vial, sino que también se promueve una mayor calidad de vida y bienestar para los habitantes de nuestras ciudades.

Estas intervenciones —centradas en la humanización de travesías y la protección de los usuarios vulnerables— buscan transformar el paso de las carreteras por zonas urbanas en espacios más amables. Se trata de calmar el tráfico motorizado y acomodarlo a la presencia creciente de usuarios no motorizados, que son, precisamente, los más expuestos ante cualquier conflicto vial. Nos referimos a los denominados usuarios vulnerables, un colectivo que engloba a peatones, ciclistas y motociclistas, cuya fragilidad se debe a la desproporción de masa y velocidad frente a los vehículos convencionales (coches, furgonetas, camiones), lo que los sitúa en una posición de especial riesgo.

La atención a este colectivo es esencial, no solo por razones de equidad y justicia social, sino también porque su implicación en la siniestralidad vial es significativa: en la Unión Europea, el 40 % de las víctimas mortales en accidentes de tráfico son usuarios vulnerables, y un elevado porcentaje de esos siniestros ocurre en zonas urbanas o periurbanas. En este contexto, resulta especialmente preocupante que España encabece el ranking europeo de peatones fallecidos, representando estos el 22 % de las víctimas mortales por tráfico, frente al 17 % de la media europea.

Conscientes de esta realidad, se ha impulsado un amplio conjunto de actuaciones respaldadas por la financiación europea a través de los fondos Next Generation y el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR). En particular, dentro de la Componente 1 (Movilidad sostenible, segura y conectada en entornos urbanos y metropolitanos) y la Componente 6 (Protección de usuarios vulnerables), y que están permitiendo poner en marcha numerosos proyectos que combinan movilidad sostenible, seguridad vial y mejora urbana.

Este artículo recoge un excelente ejemplo de intervención integral desarrollada en la capital soriana, ciudad adoptiva del insigne escritor Antonio Machado, cuya obra —especialmente Campos de Castilla— encuentra inspiración en este entorno. Se trata de una ambiciosa actuación que ejemplifica cómo es posible avanzar hacia una ciudad más humana, más segura y agradable para todos.

La propuesta ha sido revisada y avalada por el Comité Técnico de Seguridad Vial de la ATC, en el seno del cual se viene trabajando desde hace tiempo en esta materia de plena actualidad. De hecho, existe un grupo específico centrado en los usuarios vulnerables, cuya labor ha dado lugar, en ciclos anteriores, a la publicación de recomendaciones técnicas y a la celebración de jornadas de reflexión que han nutrido el debate profesional. En el ciclo actual, dicho grupo orienta sus esfuerzos especialmente hacia la figura del peatón, con iniciativas cuyos resultados esperamos presentar a finales de este nuevo ciclo.

Mientras tanto, la difusión de experiencias como la que recoge este artículo resulta especialmente valiosa para fomentar la conciencia social y la sensibilización dentro del ámbito técnico e institucional ante este importante desafío: la humanización de nuestras carreteras y su integración segura en el entorno urbano.

Estamos, sin duda, ante una gran oportunidad para dar visibilidad a estas iniciativas, como la de Soria, a través de su publicación en la revista Rutas, y que puedan inspirar otras nuevas a lo largo de nuestra geografía. Estas experiencias son un paso más hacia la construcción de ciudades más seguras, habitables y sostenibles. Confío plenamente en que todas ellas contribuirán, sin excepción, a una mejora de la seguridad vial y, en definitiva, al bienestar y calidad de vida de nuestros conciudadanos. Que así sea.

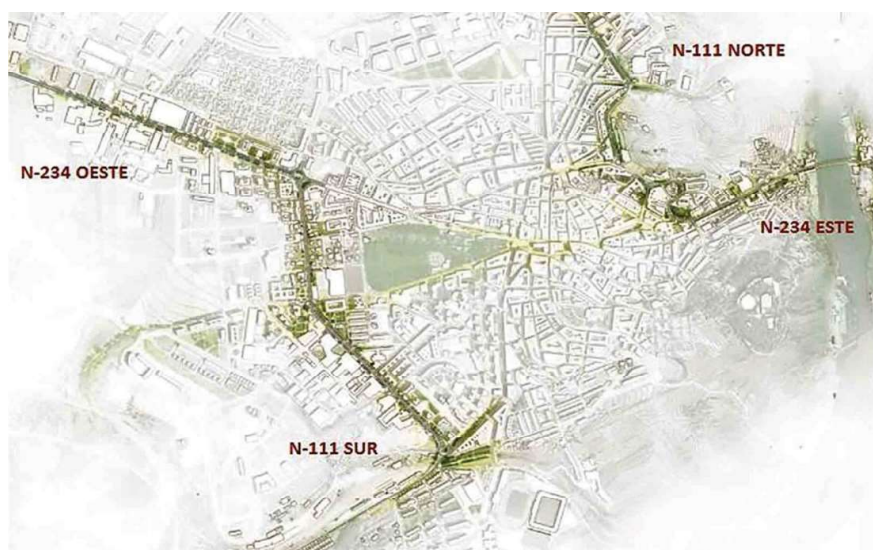


Figura 1.

Antecedentes: Un pacto por la ciudad

El impulso por humanizar Soria tiene sus raíces en la necesidad de contrarrestar el impacto de un crecimiento urbano que, durante décadas, priorizó el tráfico rodado por encima de los espacios peatonales y la calidad de vida. En 1990, el entonces Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo y el Ayuntamiento de Soria firmaron un convenio para financiar mejoras en la red arterial de la ciudad. Este acuerdo sentó las bases de los proyectos actuales, que deben completarse antes de la cesión de la titularidad de estas travesías desde el Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible al Ayuntamiento de Soria, consolidando así una visión estratégica a largo plazo.

Ya en 2021, el entonces Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, aprobó las propuestas de orden de estudio para la humanización de las travesías, y es en 2023 cuando dieron comienzo las obras correspondientes.

Datos de Partida: Un diagnóstico de la realidad

Bajo estas premisas se abordan de manera integral las carreteras N-234 y N-111, que históricamente han actuado como barreras urbanas en el corazón de Soria. Las travesías de dichas carreteras presentaban, en varios tramos, configuraciones de sección tipo propias de vías interurbanas, con anchos de carril y arcones que no son los más adecuados para vías urbanas.

Bajo la dirección del Jefe de la Unidad de Carreteras de Soria, un equipo de ingenieros se enfrentó al desafío de transformar las configuraciones viarias de las travesías

en un espacio urbano más amable con la ciudad, convirtiendo estas vías en espacios amigables, donde puedan coexistir armoniosamente peatones, ciclistas y vehículos, integrando la sostenibilidad como principio fundamental en el diseño.

Condicionantes: Desafíos y oportunidades

El diseño de las actuaciones ha requerido superar una serie de retos y adaptarse a diversas circunstancias.

Desde el punto de vista geométrico, ha sido necesario replantear las secciones tipo existentes, que originalmente contaban con amplios carriles para vehículos y aceras estrechas, con el propósito de priorizar a peatones y ciclistas, promoviendo un entorno más inclusivo y funcional, teniendo como límite físico el espacio real existente entre fachadas de edificaciones. La topografía del proyecto original se obtuvo mediante un vuelo, pero ya en la fase de obras se realizó un levantamiento topográfico clásico para ajustar los datos a la situación real.

En el ámbito urbanístico, las normativas y la clasificación del suelo de Soria han definido el alcance de las actuaciones. Se han considerado los planes de movilidad urbana sostenible, que proporcionan una visión estratégica más amplia para la ciudad y se han mantenido diversas reuniones con las compañías responsables de los servicios afectados por las obras, para confirmar la ubicación y características reales de los servicios existentes.

El clima también ha desempeñado un papel crucial en el desarrollo del proyecto. Las condiciones climáticas de Soria, con inviernos fríos y veranos calurosos, han influido en la selección de especies vegetales para las zonas

verdes. Se han priorizado especies adaptadas al entorno local, que no sólo soporten las variaciones climáticas, sino que también proporcionen sombra durante los meses más cálidos, buscando, además, conseguir una imagen dinámica y no monótona con la distribución de las diferentes especies arbóreas y arbustivas.

Desde una perspectiva medioambiental, la protección del medio ambiente ha sido una prioridad durante todo el diseño. Para minimizar el impacto ambiental, se evaluaron cuidadosamente las posibles afectaciones y se han implementado medidas correctivas, como la utilización de materiales sostenibles y la protección de la fauna y flora del río Duero, especialmente durante las obras de rehabilitación del puente de piedra.

Del mismo modo, se han implementado medidas para gestionar adecuadamente los residuos generados durante las obras, especialmente los generados durante la rehabilitación del puente de Piedra, para evitar cualquier afectación al río.

Asimismo, se ha llegado a acuerdos para definir las especies arbóreas y arbustivas, de modo que no afecten a los servicios existentes. Igualmente, en las aceras se han

utilizado pavimentos fotocatalíticos, que eliminan el óxido nítrico (NO), purificando el aire.

Por último, el diseño se ha desarrollado en estricto cumplimiento con la normativa vigente. Esto incluye las directrices de diseño de vías públicas según las normativas estatales y municipales aplicables, y se han considerado los requerimientos en materia de accesibilidad, para garantizar la inclusión de todos los ciudadanos.

Tráfico: Una convivencia armónica

El análisis del flujo vehicular actual y las previsiones futuras son fundamentales para diseñar soluciones que mejoren la seguridad vial y reduzcan la congestión. Por ello se han implementado medidas para gestionar el tráfico durante las obras, como desvíos y señalización, minimizando así las molestias a los ciudadanos, siendo conscientes de la imposibilidad de generar una afectación cero.

Objetivos de los Proyectos: Un nuevo rostro para Soria

Los proyectos de humanización e integración urbana en Soria capital persiguen los siguientes objetivos:

- **Mejorar la accesibilidad para todos los ciudadanos:** esto es prioritario en todos los proyectos, con especial atención a las necesidades de las personas con movilidad reducida y discapacidad visual.

Movilidad para todas las personas: Enfoque inclusivo que asegura que los sistemas de transporte sean accesibles y utilizables por todas las personas, independientemente de sus capacidades físicas, edad, género, o situación socioeconómica.

Para garantizar un entorno inclusivo se han adoptado diversas medidas que buscan eliminar barreras y facilitar la movilidad de todos los ciudadanos. Entre estas acciones, destaca la eliminación de desniveles en las aceras y pasos de peatones, la instalación de pavimentos táctiles en toda la longitud de la actuación, no sólo en los cruces peatonales y en las paradas de autobús, así como la adaptación de estas últimas para asegurar un acceso cómodo y autónomo.

- **Aumentar la seguridad vial,** convivencia en armonía de vías motorizadas, ciclistas y VMP¹, implementando



Figura 2. Pavimentación podo-táctil en cruces y pasos de peatones



Figura 3. Pavimentación podo-táctil junto a marquesinas de autobús

¹ CVMP (Vehículos de Movilidad Personal): Vehículos eléctricos ligeros diseñados para el transporte individual en distancias cortas, como patinetes eléctricos, bicicletas y monociclos eléctricos

medidas de pacificación, para reducir la velocidad del tráfico, mejorar la visibilidad y crear espacios más seguros para peatones y ciclistas.

Pacificación: Conjunto de medidas y políticas destinadas a reducir la velocidad y el volumen del tráfico en áreas urbanas para mejorar la seguridad, la calidad de vida y la habitabilidad. Incluye la implementación de zonas peatonales, carriles bici, límites de velocidad reducidos.

El proyecto busca una mejor convivencia entre los diferentes modos de transporte, implementando medidas específicas para mejorar la seguridad y la eficiencia en el uso del espacio urbano. Entre estas acciones se incluye la reducción de la velocidad del tráfico viario en las zonas urbanas, la creación de carriles bici segregados del tráfico motorizado y la regulación de la circulación de los vehículos de movilidad personal (VMP), creando así un entorno más seguro, tranquilo y respetuoso entre todos los usuarios.

- **Mejorar la calidad de vida y recuperar el espacio público,** mediante la incorporación de espacios verdes y zonas de descanso, utilizando pavimentos que eliminan elementos contaminantes y mezclas bituminosas que generen poco ruido ante el paso del tráfico, consiguiendo así una mejor integración del tráfico en la ciudad.

Con el objetivo de fomentar el tránsito peatonal y mejorar la calidad del espacio público, se han ampliado las aceras y se han creado nuevas zonas peatonales. Estas actuaciones priorizan la seguridad en los cruces y pasos de peatones y mejoran la conectividad peatonal entre las diferentes zonas de la ciudad. Como complemento, se han diseñado espacios de descanso y disfrute para los ciudadanos.

El número de pasos de peatones iluminados con el objetivo de aumentar la seguridad de los peatones será de 23 en el tramo correspondiente al Proyecto 33-SO-3370 y de otros 23 en el del Proyecto 33-SO-3380.

En concreto, en el tramo correspondiente al Proyecto 33-SO-3370, se han destinado 295 m² para parques infantiles y biosaludables. También se instalarán 144 bancos y sillas.

Soluciones Constructivas: De la Teoría a la Práctica

Para alcanzar los objetivos perseguidos con este diseño integral de humanización en la capital de Soria, se

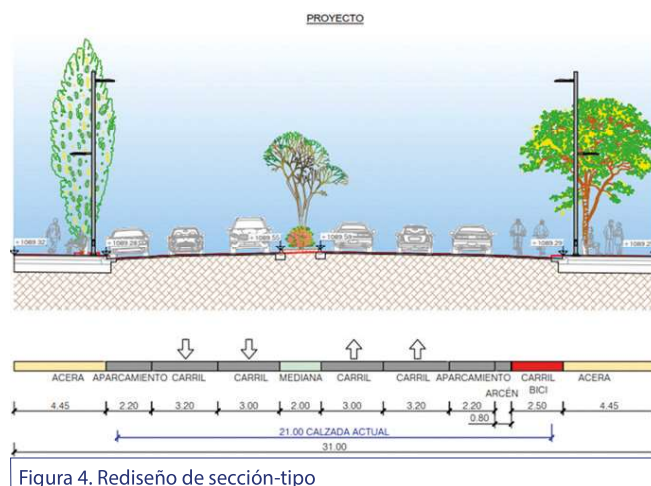


Figura 4. Rediseño de sección-tipo

han desarrollado diversas soluciones constructivas que buscan transformar el entorno urbano de manera integral.

- **Rediseño de las secciones tipo,** reduciendo el ancho de los carriles destinados a vehículos y ampliando las aceras, para ofrecer espacios más seguros a peatones y ciclistas. Se adopta un ancho de carril estricto para liberar espacio de la sección tipo actual y dedicarlo a usos no motorizados. Se plantea un ancho mínimo de 3 m para el carril interior, y de 3,2 m para el carril derecho, en las calles con dos carriles por sentido. Estos anchos de carril son suficientes al estar en ámbito urbano. En los tramos donde la sección es mayor y la demanda de aparcamiento es alta, se ejecutarán bandas de aparcamientos en línea de 2,2 m, en batería o semibatería.
- **Medidas de calmadado del tráfico:** junto con la reducción del ancho de los carriles, se incluye la creación de pasos de peatones elevados y el pintado de la calzada con las señales de tráfico horizontales conocidas como “dientes de dragón”, lo que contribuirá a una reducción significativa de la velocidad de los vehículos motorizados, favoreciendo la buscada convivencia entre los diferentes medios de transporte y los peatones.
- **Remodelación de las intersecciones actuales:** con el objetivo de mejorar la fluidez del tráfico y la seguridad vial, se han construido nuevas glorietas en puntos críticos de la ciudad.
 - Dentro del proyecto 33-SO-3370, se planteó la construcción de 4 glorietas, para la realización de cambios de sentido, que permitan la eliminación de los giros a la izquierda. Para la ejecución de la tercera glorieta, en el cruce con la calle Marqués de Cerralbo, ha sido necesaria la demolición parcial y el relleno del paso inferior existente en la C/ Eduardo Saavedra.



Figura 5. Glorieta C/ Piqueras



Figura 6. Glorieta C/ Marqués de Cerralbo

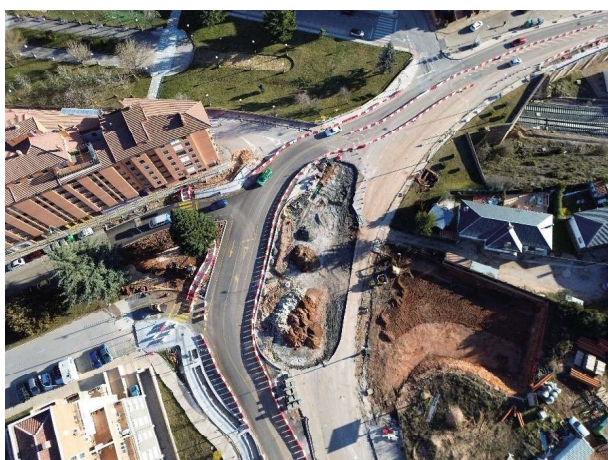


Figura 7. Glorieta Carretera de Madrid

- Dentro del proyecto 33-SO-3380, se incluyó la ejecución de 2 nuevas glorietas, una en la entrada a Soria desde la N-111, y otra en el cruce con el Paseo de la Florida, en la N-234.
- Asimismo, se ha dado prioridad a la creación de una red de **carriles bici** bidireccionales para fomentar el uso de la bicicleta como medio de transporte sosten-



Figura 8. Glorieta Carretera de Garray en la N-111



Figura 9. Glorieta C/ La Florida en la N-234

nible. Cada carril tendrá una anchura de 2,50 m e irá dispuesto junto a la acera, con un espacio de 0,50 m de anchura de separación con la calzada.

- Paralelamente, se ha procedido a la **renovación y/o reposición de los servicios afectados**:

- Renovación y reubicación del alumbrado público, con tecnología LED, para mejorar la calidad de la iluminación y la eficiencia energética, instalando también sistemas de refuerzo de iluminación en los pasos de peatones.

Todas las luminarias estarán montadas sobre columnas cilíndricas Bacolsa o similar, de 9 m de altura, con uno o dos brazos, salvo las ubicadas junto a la Concatedral de San Pedro y sobre el puente de piedra sobre el río Duero, donde se restaurarán los báculos candelabro existentes, renovando las luminarias.

- Adecuación de pozos y arquetas a las nuevas rasantes

- En cuanto al **mobiliario urbano** (bancos, sillas, papeleras, ...), se procederá a su renovación y se instalarán nuevos elementos, siempre según los modelos utilizados por el Ayuntamiento de Soria. La totalidad del proyecto cumple con las condiciones de accesibilidad requeridas para personas con movilidad reducida (PMR). Además, se mejorarán y consolidarán los ámbitos de las paradas de autobús.
- **Renovación del firme**, con fresado completo de la calzada y extensión de nuevas capas de aglomerado fonoabsorbente, lo que permitirá una reducción del nivel de ruido en las inmediaciones.
- **Rehabilitación del ámbito del puente de piedra, puente de Carlos IV, sobre el río Golmayo**: al acceder a Soria por el sur, antes de llegar al inicio de la Carretera de Madrid, se encuentra el puente de piedra sobre el Río Golmayo. Según el proyecto 33-SO-3370 se han realizado las siguientes actuaciones para la restauración y reparación de los desperfectos presentes en este puente:
 - Instalación de un tramo de nueva barandilla, en sustitución del que se encontraba en mal estado.
 - Demolición del muro de mampostería, que estaba en mal estado, y sustitución por uno nuevo con su coronación.
 - Limpieza y tratamiento de todos los paramentos del puente, efectuando un trabajo de rejuntado de piezas, reposición de las faltantes y reconstrucción de las piezas dañadas o fragmentadas.
 - Limpieza del pavimento adoquinado, eliminando hierbas y suciedad existente
 - Adecuación de los accesos al puente: se ha generado un paquete de firme para facilitar el acceso.



Figura 10.

Además, se han renovado las papeleras y bancos existentes y se han instalado nuevas luminarias.

- **Pavimentación**: se adapta a las características y necesidades de cada zona, empleando losas de hormigón prefabricado en las aceras, donde se combinan baldosas fotocatalíticas de distintas dimensiones, colocadas a rompejunta en colores ceniza y negro. Los vados se ejecutarán con adoquín negro.
 - En el tramo del Proyecto 33-SO-3370 se han colocado 33.695 m² de nueva pavimentación y en el tramo del Proyecto 33-SO-3380 la pavimentación nueva ha sido de 19.139 m².

La pavimentación escogida, además de cumplir su función arquitectónica y estética, tiene la particularidad de contar con propiedades descontaminantes, siendo capaz de eliminar óxidos de nitrógeno y otros gases tóxicos, que pueden tener incidencia en enfermedades como el asma, cáncer de pulmón, embolias o enfermedades del corazón.



Figura 11. Rehabilitación del puente de piedra sobre el río Golmayo





Figura 12. Carretera de Logroño, N-111



Figura 13. Carretera de Logroño, N-111



Figura 14. Pavimento en Glorieta C/ Eduardo Saavedra

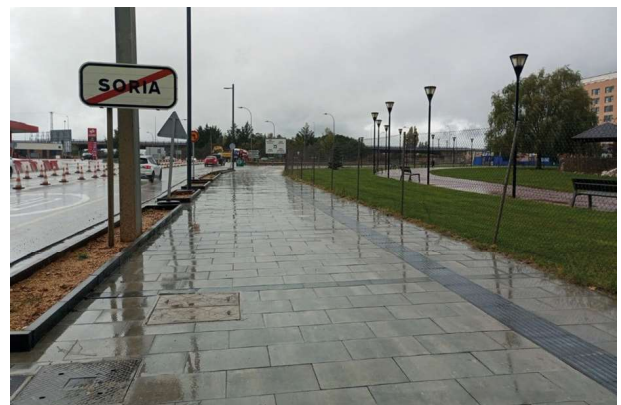


Figura 15. Pavimento en Avenida de Valladolid



Figura 16. Pavimento en Carretera de Madrid



Figura 18. Pavimento de losas de piedra caliza junto a la Concatedral de San Pedro

¿Cómo ECO NOx OFF limpia el aire?



Figura 17.

Merece especial atención el tramo de la N-234 que bordea el ámbito de la Concatedral de San Pedro, en una longitud de 65 m de acera. Dado lo emblemático de este entorno y con la finalidad de preservar su valor histórico y estético, se procederá a la limpieza con agua a presión del pavimento actual, compuesto por losas de piedra caliza y, posteriormente, se colocará un nuevo pavimento de piedra natural caliza abujardada (de Santo Domingo) de color ocre claro, apoyado sobre mortero y sobre el pavimento original, incluyendo losas podotáctiles.

- **Ajardinamiento:** el diseño de las zonas verdes incluye una selección de especies vegetales adaptadas al clima local, parterres de esquina con plantas aromáticas y al-

corques continuos por tramos, que favorecen el desarrollo del arbolado, embelleciendo el entorno y mejorando su habitabilidad. La plantación de árboles en aceras y zonas verdes contribuye a crear un entorno urbano más agradable y en sintonía con la naturaleza. El proyecto se ha desarrollado en base a los siguientes criterios:

- Proveer sombra estacional para mejorar el confort térmico y la habitabilidad de las travesías.
- Ante un espacio muy abierto y expuesto, generar espacios a la escala humana mediante plantaciones multi-estrato que reconozcan la diversidad funcional de la sección, aceras para el paseo peatonal, carril bici, paso de vehículos, etc.
- Naturalizar las travesías y mejorar la biodiversidad vegetal y animal asociada.
- Crear corredores ecológicos.
- Fijar CO2, partículas en suspensión y contaminantes.
- Contribuir a mitigar el ruido del tránsito local.
- Mejorar la calidad paisajística con especies que muestren la variabilidad de las estaciones climáticas mediante el dinamismo cromático de las distintas especies de los diferentes estratos.

Se ha apostado por un aumento en la diversidad de las especies, evitando crear grandes conjuntos de largas alineaciones mono-específicas y repetitivas que reforzarían la sensación de eje lineal y velocidad en el viario.

Por tanto, para el arbolado se opta por plantar a distancias irregulares, combinando distintas especies de porte grande y medio, distintas cualidades de sombra, estructura de follaje y dinamismo estacional. En las rotondas se opta por agrupaciones tipo bosque, en masa, más que en alineación, creando diversidad en las visuales. Se combinan distintas especies de arbolado y arbustivas al objeto de crear estructuras diversas y resilientes ante el posible deterioro de especies por plagas o falta de crecimiento.



Figura 13. Carretera de Logroño, N-111

Se han seleccionado especies resistentes a las heladas y sequía que caracterizan el clima de Soria, así como que estén bien adaptados al pH ligeramente básico de los suelos sorianos.

En el tramo del Proyecto 33-SO-3370 se han creado 13.404 m² de zonas verdes, plantando 1777 árboles y 5920 arbustos.

En el tramo del Proyecto 33-SO-3380 las zonas verdes suman 3.308 m², con 199 árboles y 260 arbustos.

Problemas Encontrados: Ingenio y Adaptación

Durante el desarrollo de los distintos proyectos de humanización, han surgido diversos desafíos que han requerido soluciones innovadoras para garantizar su éxito.

La presencia de servicios subterráneos en las zonas de actuación ha hecho necesaria la reubicación o protección de los mismos, con el fin de evitar interferencias con el avance de las obras. Además, ha sido fundamental la coordinación con otros proyectos de humanización municipales en desarrollo en la ciudad, para garantizar una integración eficiente de las distintas iniciativas. Por último, en determinados entornos, las soluciones constructivas han tenido que adaptarse a las particularidades del lugar, como en la zona de la Concatedral de San Pedro, donde se los materiales y técnicas específicas empleados deben respetar y preservar la estética del entorno histórico, combinando funcionalidad y conservación patrimonial.

Es interesante profundizar en algunas de las actuaciones que han tenido singular relevancia dentro de los proyectos redactados, ya sea por los objetivos que persiguen, por su proceso de ejecución o por sus particularidades técnicas, así como en algunas incidencias que, inevitablemente, surgen cuando se desarrollan obras en un entorno urbano:

Supresión del paso inferior en la calle Eduardo Saavedra

Se contempla la transformación del cruce de la calle Eduardo Saavedra con las calles Marqués Cerralbo y Camino de los Royales en una nueva glorieta, suponiendo la supresión del paso inferior existente y el desvío de todos los servicios que cruzan bajo el tablero del paso.

Este paso inferior estaba formado por un tablero de 8 vigas prefabricadas de hormigón armado de 11,95 m. de longitud, apoyado en los muros laterales de hormigón armado. El paso contaba con un carril por sentido para la circulación rodada, sin aceras ni arcenes.

Al ser un nudo importante de comunicaciones de la ciudad de Soria y con el fin de evitar afección al tráfico durante el periodo escolar, en el que se produce un elevado tránsito de vehículos en la zona, la actuación se tuvo que realizar en el verano del año 2024.

Para hacer posible la ejecución de la actuación en el periodo estival, se realizó un corte total de tráfico en el cruce.

Las principales fases de la ejecución han sido:

- Relleno y formación de explanada de la mitad norte del paso inferior.
- Demoliciones de Acerados y pavimentaciones al nivel superior.
- Formación de nuevas canalizaciones para desvío de los servicios que actualmente cruzan bajo el tablero del paso.
- Desvío de los servicios afectados:
 - o Líneas de Baja y Media Tensión.
 - o Redes de telecomunicaciones.
 - o Líneas de gas.
 - o Red de abastecimiento.
 - o Líneas de semaforización.
 - o Líneas de alumbrado.
- Corte con disco y desmontaje del tablero del paso.
- Relleno y formación de explanada de la mitad sur del paso inferior.
- Ejecución de bordillo y pavimentos de baldosa
- Fresado y ejecución de nuevos firmes.
- Señalización vial

La gestión de residuos

Durante el desarrollo de las obras se generan escombros, procedentes de la demolición de elementos deteriorados, como es el caso del Puente de Piedra o bien de aquellos cuya eliminación es necesaria para la construcción de nuevas vías y aceras. Estos residuos se retiran y se transportan a plantas de reciclaje, garantizando su correcta gestión.

La estimación inicial de residuos generados es de 50.363,37 t para el proyecto 33-SO-3370, de 9.188,78 T para el proyecto 33-SO-3380 y de 1.150,54 t para el proyecto 33-SO-3420. A medida que avanzan las obras, se ha presentado una problemática sobrevenida, consistente en una mayor generación de residuos que los previstos en proyecto (del orden de entre 200% y 300% más)

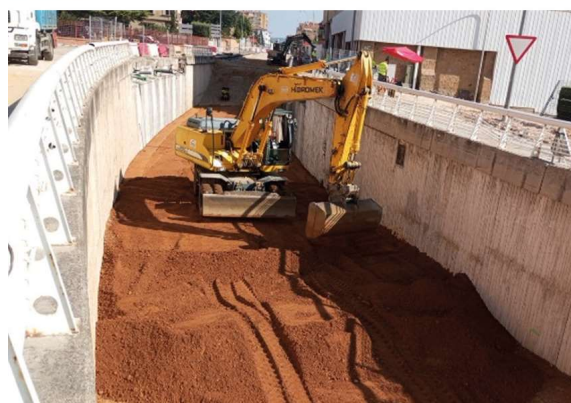


Figura 20.



Figura 21.

Otras incidencias

En el desarrollo de cualquier obra en un entorno urbano, es inevitable la aparición de ciertas incidencias o dificultades, que hacen necesaria una modificación de los planes de trabajo, por ejemplo:

- A lo largo de toda la obra se está colocando un bordillo determinado, atendiendo a las Ordenanzas Municipales, pero en un vado en concreto, ha sido necesario cambiar a un modelo de bordillo más rebajado a petición del propietario usuario de dicho vado, ya que en su garaje aparca varios coches de rally que, por sus características especiales, son más bajos, y rozaban con el bordillo al utilizar el vado originalmente previsto.
- En la calle Eduardo Saavedra se ha paralizado la construcción de un tramo de acera, debido al desprendimiento de unas placas decorativas en una fachada aladaña. Ante el riesgo de caída de más placas, se ha optado por detener las obras en pos de la seguridad de los trabajadores.
- En algunas ubicaciones concretas ha sido necesario eliminar algunos árboles debido a su mal estado o por el tamaño de los mismos, ya que afectaban al estado de las aceras y de los servicios existentes. En el tramo correspondiente al proyecto 33-SO-3370 se han eliminado 264 árboles mientras que en el proyecto 33-SO-3380 se tenía previsto la tala de 100 árboles, no correspondiéndose este con el número de árboles a talar ya que se ha procurado mantener los árboles preexistentes a petición del ayuntamiento.

Otras actuaciones: Rehabilitación del puente de piedra sobre el río Duero, un puente medieval de gran valor histórico

El proyecto de rehabilitación del Puente de Piedra de Soria busca preservar esta histórica infraestructura medieval, cuya existencia está documentada desde el siglo XII. A lo largo de los siglos, el puente ha sufrido diversas modificaciones, y en la actualidad presentaba problemas estructurales que han requerido una intervención integral. El proyecto contempla la reparación de cimentaciones, tajamares y la obra de fábrica de sillería, además de la restauración del alumbrado y barandillas. Se han empleado técnicas tradicionales y materiales sostenibles para minimizar el impacto ambiental y garantizar la conservación del puente. Teniendo siempre presentes los objetivos de humanización e integración urbana, se ha asegurado la accesibilidad universal y la compatibilidad con la movilidad sostenible.

Conclusión: Soria, una ciudad en transformación

El proyecto de 'Humanización, integración urbana y ordenación de los distintos usos de las travesías de las carreteras N-234 y N-111 en Soria' ha transformado profundamente el entorno urbano de la ciudad, adaptándose a las necesidades actuales de movilidad, accesibilidad y sostenibilidad, sin perder de vista el valor histórico y patrimonial de la capital. Las soluciones constructivas implementadas han sido clave para lograr una ciudad más segura, inclusiva y respetuosa con el medio ambiente.

La redefinición de las secciones tipo, con la reducción de carriles y la ampliación de aceras, ha priorizado a peatones y ciclistas, promoviendo una convivencia equilibrada entre los diferentes medios de transporte. La construcción de glorietas y la remodelación de las intersecciones han optimizado la fluidez del tráfico y mejorado la seguridad vial.

La pavimentación con losas fotocatalíticas, además de cumplir con su función estética y estructural, ofrece beneficios medioambientales al descontaminar el aire y reducir la presencia de gases tóxicos, favoreciendo la salud pública. Esta innovación técnica resalta la importancia de utilizar materiales con propiedades medioambientales avanzadas, que refuercen la sostenibilidad del proyecto a largo plazo.

La integración de zonas verdes y la plantación de especies adaptadas al clima local ha enriquecido el entorno urbano, mejorando la calidad del aire, la biodiversidad y la calidad de vida de los ciudadanos. Los corredores ecológicos y los árboles estratégicamente ubicados también contribuyen a mitigar el impacto térmico y proporcionan sombra, creando espacios más agradables.

A pesar de los desafíos técnicos y logísticos, como la gestión de servicios subterráneos o las intervenciones en áreas históricas, el proyecto ha integrado eficazmente las diferentes iniciativas urbanísticas, adaptándose al contexto local sin comprometer la funcionalidad ni la preservación del patrimonio.

La rehabilitación del Puente de Piedra y otros elementos patrimoniales demuestra el enfoque integral del proyecto, que respeta y pone en valor la historia de la ciudad, mediante el uso de técnicas tradicionales y materiales sostenibles.

En resumen, el proceso de humanización de Soria ha supuesto un paso importante hacia una ciudad más moderna, accesible y sostenible, donde la cuidadosa planificación y las soluciones innovadoras aseguran un equilibrio entre la modernidad y la preservación del patrimonio, mejorando la calidad de vida de sus habitantes. ❖

Una visión complementaria a la normativa respecto al tratamiento de márgenes, en particular, en las cunetas.



A complementary perspective on the specifications regarding the treatment of roadsides, particularly in ditches.

José Enrique Pardo Landrove

*Jefe de Servicio de Seguridad Viaria y Conservación.
Agencia Gallega de Infraestructuras*

El objeto de este artículo es ofrecer otra forma de afrontar el diseño de las cunetas para hacer más “amables” las márgenes de las carreteras, proponiendo otros diseños más seguros que, aunque están amparados por las normativas vigentes, no se están utilizando de forma generalizada, a pesar de sus bondades.

La no implantación de estos diseños quizás se deba a una perniciosa rutina en la redacción de proyectos.

Este artículo analiza cómo los diseños tradicionales, en particular las cunetas triangulares de fuertes pendientes y la ubicación inadecuada de barreras de seguridad, pueden aumentar el riesgo de salida de vía y pérdida de control del vehículo por lo que se propone la implementación de cunetas de seguridad con una inclinación de 10H:1V, que ofrecen ventajas en la estabilidad de los vehículos, en los menores costes de construcción y en la facilidad de mantenimiento de este tipo de cunetas. Asimismo, se presentan recomendaciones sobre la disposición de sumideros para mejorar el drenaje y reducir el riesgo de aquaplaning.

The purpose of this article is to offer another way of dealing with the design of ditches to make the roadsides more “forgiving”, proposing other safer designs that, although they are protected by current regulations, are not being used in a generalized way, despite their benefits. The non-implementation of these designs may be due to a pernicious routine in the drafting of projects. This article analyzes how traditional designs, in particular triangular ditches with steep slopes and the inappropriate location of safety barriers, can increase the risk of leaving the road and loss of control of the vehicle, so the implementation of safety ditches with an inclination of 10H:1V is proposed, which offer advantages in the stability of vehicles, in the lower construction costs and ease of maintenance of this type of ditches. Recommendations on the provision of drains are also presented to improve drainage and reduce the risk of aquaplaning.

1. Introducción

Desde hace algunas décadas se viene hablando en los foros de carreteras (congresos, normativas, recomendaciones, etc.) de dos premisas (“carreteras que perdonen” y “carreteras autoexplicativas”) a seguir en el diseño de carreteras para aumentar la seguridad vial:

La primera premisa, es diseñar carreteras que “perdonen”. Se da por hecho que los usuarios cometen errores, por lo que se trata de diseñar la carretera de modo que ese error sea minimizado, reduciendo la gravedad de sus consecuencias.

Este artículo se centrará en las cunetas. A modo de ejemplo introductorio, se analizará el riesgo/peligro de las cunetas triangulares profundas en el caso de una salida de vía (una foto vale más que mil palabras). Se intentará explicar la necesidad de erradicarlas de las carreteras (Figura 1).

Hay que recordar que los accidentes por salida de vía están en el entorno del 32% y las cunetas son lo más próximo que hay a la plataforma de la carretera.

También, a modo de avance, se presenta una comparación (antes y después) de cunetas, como una parte de lo que se puede trabajar en la mejora de márgenes.



Figura 1. Vuelco en cuneta triangular profunda

La segunda premisa, es diseñar la carretera de modo que sea más comprensible a todos los usuarios, (autoexplicativas), lo que les facilita una mejor toma de decisiones, lo que redundará en la seguridad vial.

Aunque este artículo se centrará en una parte de la premisa primera, las cunetas, no me resisto a poner un ejemplo de esta segunda premisa con la foto de una travesía en la que es muy difícil que el conductor evalúe bien los riesgos y, por tanto, perciba la necesidad de rebajar su velocidad. Una línea discontinua permite el adelantamiento, maniobra incompatible con la existencia de un cruce y, además, de un paso de peatones (Figura 4).

De hecho, pasan los años, muchos años y, a pesar de los avances normativos, se sigue observando diseños anticuados que no siguen las dos premisas citadas.

2. Visión complementaria a la normativa

La visión complementaria que se mostrará, se centrará en cunetas y sumideros.

2.1. Cunetas de seguridad

En primer lugar, se hará referencia a las cunetas del tronco de las autopistas y autovías, que durante años y años se han diseñado y copiado de forma continua en sus proyectos (en-



Figura 2. Cuneta triangular con riesgo de vuelco (antes)



Figura 3. Cuneta de seguridad 10H:1V (después)



Figura 4. Tramo de carretera mal interpretable

tre plataforma y desmante) 6H:1V y 4H:1V, sin el menor análisis de seguridad vial.

El origen de este diseño a desear (6H:1V y 4H:1V), surge de un párrafo de la antigua instrucción de carreteras sobre drenaje superficial (5.2 i.c) de 1990, que indica que se considera cuneta de seguridad, a aquélla que tiene una inclinación a partir de 6H:1V.

Desgraciadamente, en lugar de hacer una sola inclinación hasta el talud, se optó por una sección más absurda: la inclinación 6H:1V, de 1.80m., del lado del arcén y la inclinación 4H:1V, de 1,20m., hacia el talud. Esta sección no está amparada por ninguna normativa (ni cálculo hidráulico), ya que si bien la pendiente más próxima al arcén (6H:1V) podría considerarse de seguridad (más exacto sería decir accesible), según la 5.2 i.c., la pendiente 4H:1V, hacia al talud de desmante no lo es bajo ningún punto de vista.

Y la pendiente 6H:1V se considera accesible porque el vehículo a muy baja velocidad puede acceder a la cuneta sin riesgo de vuelco, que no es desdeñable. Pero no puede considerarse de seguridad, porque para serlo, es necesario que el conductor, a la velocidad de circulación, no pierda el control de vehículo y logre corregir la trayectoria y regresar al carril.

La nueva norma 5.2 i.c, del 2016 sigue mostrando secciones que no son de seguridad (apartado 3.4.2). Por ejemplo, la cuneta simétrica no es adecuada para la instalación entre la carretera y el talud de desmante, ni siquiera en el caso de estar diseñada con pendientes suaves en ambos lados, puesto que sólo sería de seguridad la mitad de la cuneta, la más próxima al arcén.

La cuneta de seguridad simétrica también genera una torsión del vehículo al pasar de una pendiente a la



Figura 5. Cuneta de sección: 6H:1V + 4H:1V. Obsérvese la fuerte inclinación del automóvil del lado 6H:1V.

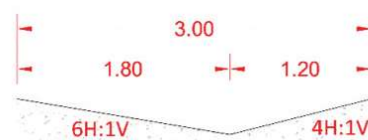


Figura 6. Sección 1 6H:1V – 4H:1V Sección a desear

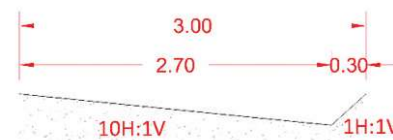


Figura 7. Sección 2: 10H:1V Sección de cuneta de seguridad



Figura 8. No sólo el diseño de la cuneta no es adecuado sino que, además, "se protege" con una barrera.

otra de la cuneta lo que facilita la pérdida de control del conductor sobre su vehículo.

Es más lógico que la cuneta sea completamente asimétrica (con la parte de la pendiente de seguridad lo más ancha posible hasta llegar al talud) para que el vehículo tenga la mayor anchura de cuneta con una sola pendiente suave, con lo que se evitan torsiones del vehículo.

Esta Instrucción del 2016 también continúa mostrando cunetas trapezoidales. Este diseño de márgenes no debería utilizarse en las márgenes de las carreteras, tanto por su peligrosidad como por su difícil conservación y limpieza (prácticamente hay que cargar los restos a mano al cucharón de una retro mixta que ocupará la calzada (genera una afección al tráfico), con unos rendimientos bajísimos) y además, la propia construcción es

Rutas Técnica



Figura 9. La barrera se coloca para proteger una cuneta absurdamente grande y profunda (obsérvese la escasa marca que el agua ferrica ha dejado en la cuneta). Con el gran ancho existente entre la barrera y el talud hubiese sido muy fácil un rediseño “amigable” con una cuneta de seguridad 10H:1V

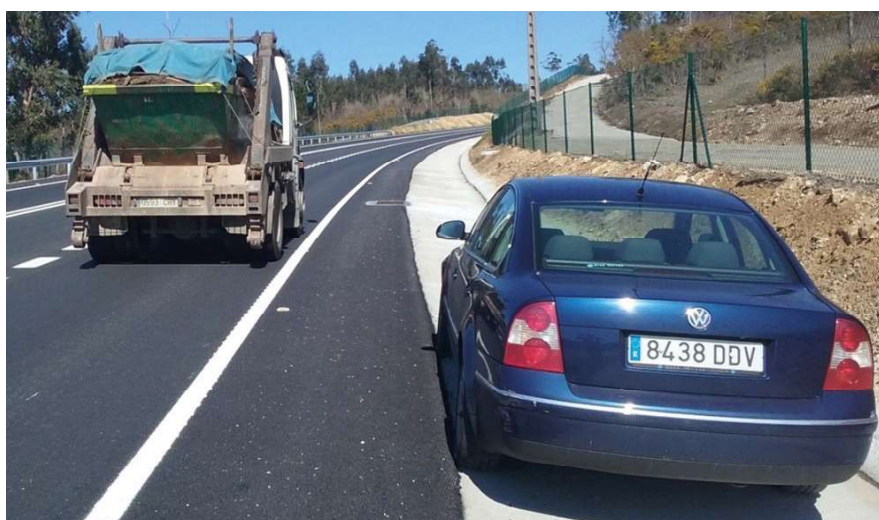


Figura 10. El conductor puede salir del coche sin ocupar el carril.



Figura 11. La cuneta de seguridad no es imprescindible que esté hormigonada. Lo importante es la pendiente suave.

más cara que una cuneta de seguridad.

Sin embargo, hay diseños mucho más benignos (10H:1V) desde el punto de vista de la seguridad, desde el punto de vista económico y desde el punto de vista de la explotación y la conservación. En definitiva, todo ventajas.

La verdadera sección para una cuneta de seguridad empezaría con una suave inclinación transversal (a partir de una sección 10H:1V, o incluso más tendida). Con esta sección sí es factible que el conductor pueda corregir el error y reconducir el vehículo al carril.

Esta cuneta de seguridad (10H:1V) se limpia fácilmente con una barredora, sin estorbar al carril de circulación y con un rendimiento altísimo.

En cuanto a los cálculos hidráulicos, es preciso insistir en que no basta con hacer comprobaciones de capacidad si no calcular por tramos la cuneta para evitar sobredimensionamientos y acumulación de coeficientes de seguridad (la gran mayoría de las cunetas están muy sobredimensionadas). De hecho, en los proyectos se abusa de la utilización de secciones genéricas y generosas (copia y pega) que cumplen, muy holgadamente, la necesidad hidráulica, olvidándose de que esas profundas cunetas son causa de una pérdida de la más elemental seguridad vial.

De hecho, la realidad es tozuda y de forma habitual se observa, en días de grandes lluvias, que las dificultades para la circulación (balsas de agua, atascos en sumideros, aquaplaning en calzada, etc.), empiezan mucho antes a que la cuneta llegue a su máxima capacidad. Por eso, no hay que olvidar que la cuneta de seguridad funciona 365 días 24h y un episodio de fuertes lluvias es ocasional, de modo que el sobredimensionamiento por sí mismo, no se justifica desde un punto de vista de seguridad vial y de márgenes “amables”.



Figura 12. Barrera situada al lado del arcén



Figura 13. Barrera retranqueada y cuneta de seguridad 10H:1V



Figura 14. Barrera pegada al arcén. No hay margen a corregir errores



Figura 15. El vehículo sale rebotado y acaba atravesado en la calzada

Otro ejemplo de sobredimensionamiento de cunetas se da en las autopistas que disponen de mediana de seguridad (al menos seis metros de ancho). En estos casos, la comprobación hidráulica se hace de la cuneta hormigonada (1m hacia cada calzada, o sea dos metros en V y sus mayoraciones de cálculo correspondientes) cuando la mediana tiene 6m en total, por lo que el sobredimensionamiento es enorme, más aún si se tiene en cuenta que las pendientes de la mediana son 6H:1V.

Para ver que el sobredimensionamiento de estas cunetas es un hecho, basta recordar que las autopistas con mediana estricta (2 ó 3m) el drenaje central se resuelve con un caz de 40 ó 50cm de diámetro.

La pendiente 6H:1V obliga a colocar la barrera al lado del arcén interior, como se aprecia en la Figura 12.

Sin embargo, en la Figura 13, se ha transformado la cuneta, del lado de la calzada que era viable, construyéndola



Figura 16. La barrera se sitúa detrás de la cuneta. El obstáculo (póste de pórtico) sigue protegido.

la con pendiente 10H:1V, lo que permitió retranquear la barrera (alejamiento de obstáculo) tres metros.

Para ver algunos de los problemas que acarrea la disposición mostrada en la Figura 12, se puede observar en la foto siguiente como el vehículo tras golpear la barrera, acaba en el medio de la calzada (en el caso de la Figura 13, las posibilidades de que el vehículo se quede en el sobreancho sin invadir la calzada, aumentan enormemente).

Además, hay que ampliar el ángulo de visión para tener en cuenta, no sólo el accidente, sino también los riesgos de terceros ya que, siguiendo con el accidente mostrado, debe tenerse en cuenta de que al quedar el vehículo atravesado en el medio de la calzada, es muy fácil que otro vehículo que venga detrás impacte contra el vehículo accidentado. Esto provocará un segundo accidente (con nuevos implicados) con grandes posibilidades de que sea más grave que el primero, porque el segundo vehí-

Rutas Técnica



Figura 17. Camión averiado que no cabe en el arcén. Esto exige el corte de un carril.



Figura 18. La desbrozadora no se puede arrimar a la cuneta por ser innecesariamente profunda, lo que exige una barrera. Otro diseño más benigno es posible

culo impactará por el lateral al primer vehículo.

Estos ejemplos no ponen en tela de juicio la indispensable necesidad de la barrera de seguridad, si no de otras ubicaciones más benignas, como la del ejemplo de la Figura 16.

El arcén está enrasado con una verdadera cuneta de seguridad (10H:1V) y la barrera protectora del pórtico está detrás de la cuneta.

Y aunque no sea objeto de este artículo; sí es necesario insistir en que la orden circular OC 35/2014 recuerda, en sus consideraciones previas, que la barrera es un mal menor (sic), es decir, la barrera es un obstáculo que se instala para evitar accidentes de mayor gravedad (caídas en altura, choque con obstáculos, etc.), y como se ha expuesto en algunas fotografías mostradas, su mala ubicación, es un obstáculo innecesario que empeora la seguridad vial,

por no alejar lo más posible la barrera de la plataforma.

Esa instalación de la barrera pegada a la plataforma también puede dificultar la explotación (un camión averiado que ocupa parte de la calzada) y la conservación (una desbrozadora ocupando la calzada) de la carretera como muestran los ejemplos de las dos fotografías de las Figuras 17 y 18.

2.2. Sumideros

En lo que respecta a los sumideros, la norma indica que las barras de las tapas deben seguir la dirección de la corriente (aptdo. 3.4.6.2) lo cual es intuitivamente lógico, sin embargo, la experiencia indica que, si la cuneta es transitable, las barras deben ser perpendiculares al sentido de la circulación para evitar que los vehículos de dos ruedas se desestabilicen. Incluso para los posibles peatones que la utilicen de forma ocasional resulta

más seguro con las barras en transversal.

También hay que indicar que la problemática de los sumideros no se suele deber a su diseño y capacidad teórica si no a que exigen una limpieza continua para asegurar su eficacia, algo sumamente complicado a lo largo de una carretera, como sucede en el otoño con la caída de las hojas que los deja inutilizados. Esto genera que las aguas de escorrentía no vayan por el camino que se les diseñó, ese recorrido caótico provocará riesgos de *aquaplaning* por la existencia de agua cruzando la calzada y, además, esta misma agua genera daños al firme de la carretera y a su entorno. Por este motivo es preferible pensar en diseños más abiertos (entradas de buzón, por ejemplo) que reduzcan el riesgo citado.

Otro diseño muy problemático es el de cuneta triangular con paso salvacunetas. El vuelco y choque contra



Figura 19. Ejemplo de sumidero con barrotes longitudinales



Figura 20. Todo peligroso: cuneta trapezoidal, con pozo sobreelevado y rejilla endeble para evitar la caída en el pozo.



Figura 23. Sumidero de drenaje transversal en cuneta, tapado por las hojas. El agua cruza la carretera.



Figura 24. El caudal y velocidad del agua se salta el sumidero, una boca de buzón sería más eficaz.



Figura 25. Cuneta triangular con salvacunetas



Figura 26. paso vadeable con cuneta de seguridad



Figura 21. barrotes transversales, son más seguros para vehículos de dos ruedas



Figura 22. Mejor aún si se puede retranquear el pozo y que quede la zona de seguridad de la cuneta libre

un punto duro (el salvacunetas) están asegurados y es un accidente de consecuencias muy graves.

De hecho, la mayoría de las veces el diámetro del salvacunetas es la sección crítica en cunetas sobredimensionadas. Y ese diámetro del salvacunetas es equivalente a la sección hidráulica de la cuneta de seguridad.

Si se rehace el diseño: cuneta de seguridad (10H:1V) y cuneta vadeable para acceder al camino, es notorio el incremento de seguridad vial mediante el diseño de carreteras que perdonen.

3. Conclusiones

Como conclusión de este artículo, se puede decir que el diseño de cunetas de seguridad en las carreteras ha de generalizarse.

El diseño de las cunetas está directamente ligado a la seguridad vial. Por eso, en este artículo se justifica la implementación del diseño de cunetas de seguridad (10H:1V) asimétricas (el lado próximo a la plataforma se lleva hasta el talud con la inclinación citada). Este diseño no sólo mejora la seguridad vial, sino que, además, me-

jora la explotación de la carretera, sin olvidar que su coste de construcción es menor y su mantenimiento más sencillo.

También se hace referencia al margen de mejora que hay sobre la ubicación de barreras respecto a las cunetas.

Y finalmente, se hace alusión a cuestiones que hay que atender en el diseño y ubicación de sumideros. ❖

Buenas prácticas en la ejecución de riegos de adherencia



Good practice in the execution of tack coats

GT-6: Riegos de adherencia, Comité Técnico de Firms
Asociación Técnica de Carreteras

Daniel Andaluz (coordinador)

Asociación Técnica de Emulsiones Bituminosas (ATEB)

José Luis Peña

*Asociación Española de Fabricantes de Mezclas
Asfálticas (ASEFMA)*

Rodrigo Miró

ETSICCP de la Universidad Politécnica de Cataluña

Jesús Felipo

*Asociación de Empresas de Conservación y Explotación
(ACEX)*

Jacinto Luis García Santiago

Experto en Firms

Francisco de Asís Martínez

Eiffage Infraestructuras

Un pavimento bituminoso en síntesis es una estructura constituida por una o más capas de mezcla bituminosa, que se apoyan sobre una explanada, proporcionando características estructurales, ya que recibe en forma directa las cargas de tráfico, y debe distribuirlas a la explanada, lo más disipadas posibles. La última de las capas proporciona también la superficie de rodadura, proporcionando características funcionales, de confort y seguridad vial.

Para que todas estas expectativas se cumplan y sean eficientes durante toda la puesta en servicio del pavimento bituminoso, es fundamental que las capas de mezcla estén totalmente adheridas lo que se consigue mediante la aplicación de riegos de adherencia con emulsión bituminosa durante la fase de construcción.

Es importante una adecuada elección del tipo de emulsión, unas adecuadas buenas prácticas de manipulación de la misma y de aplicación del riego de adherencia, una adecuada elección de la maquinaria y control de calidad sobre el producto y su aplicación, y la medida de su efectividad.

En estos últimos años se ha avanzado mucho en el campo de las emulsiones bituminosas, pero cabe destacar el desarrollo de las emulsiones bituminosas termoadherentes convencionales y modificadas, para riegos de adherencia, ya que su ligante residual es muy consistente y poco susceptible térmicamente, no teniendo pegajosidad, incluso a temperaturas altas del pavimento. Esto garantiza en toda la aplicación de las nuevas capas bituminosas, que la dotación del riego de adherencia sea el previsto ya que no queda adherido a los neumáticos del tráfico de obra.

In short, a bituminous pavement is a structure made up of one or more layers of bituminous mix, which rest on a road surface, providing structural characteristics, since it directly receives the traffic loads and must distribute them to the road surface, dissipating them as much as possible. The last of the layers also provides the running surface, providing functional characteristics, comfort and road safety. In order for all these expectations to be met and to be efficient throughout the service life of the bituminous pavement, it is essential that the mix layers are fully adhered, which is achieved by the application of bituminous emulsion tack coats during the construction phase. It is important to choose the right type of emulsion, good practice in handling the emulsion and applying the tack coat, the right choice of machi-

nery and quality control of the product and its application, and the measurement of its effectiveness.

In recent years, much progress has been made in the field of bituminous emulsions, but it is worth highlighting the development of conventional and modified thermoadherent bituminous emulsions for tack coatings, as their residual binder is very consistent and not very susceptible to heat, and does not stick, even at high pavement temperatures. This guarantees throughout the application of the new bituminous layers that the adhesion watering is as intended, as it does not stick to the tyres of the traffic on the construction site.

1. Introducción

El firme de una carretera en conjunto debe cumplir las siguientes funciones:

- Distribuir adecuadamente las cargas producidas por el tráfico. En general, la forma más efectiva para prestar esta función es conseguir que el sistema multicapa se comporte de forma solidaria, es decir, que exista una total adherencia entre las capas. Con ello se consigue que sean mínimas las deformaciones que provoquen las cargas del tráfico y que éstas lleguen lo más disipadas posibles a la explanada.
- Impermeabilizar. Este pavimento debe ser lo suficientemente impermeable, para impedir la infiltración del agua que pudiera afectar a la capacidad estructural de la explanada. Igualmente es relevante, para tal efecto, que se contemple un drenaje adecuado tanto longitudinal como transversalmente.
- Resistir los agentes ambientales. Estos provocan la oxidación y/o alteración de los materiales que componen las capas, reflejándose este problema en la vida económica y útil del firme.
- Proporcionar una rodadura adecuada, que aporte confort y seguridad vial para los vehículos. La superficie del pavimento debe proporcionar un aspecto agradable, seguro y confortable, de manera que la rodadura de los vehículos sobre ella sea óptima. Esta superficie, que debe ser lo más regular posible, también debe ser antideslizante en caso de estar húmeda.
- Ser flexible para adaptarse a posibles asentamientos de la explanada. La flexibilidad del firme es muy importante en caso de presentarse asentamiento en alguna de sus capas, pudiendo así adaptarse a los pequeños deterioros sin necesidad de reparaciones costosas.

El artículo 531 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

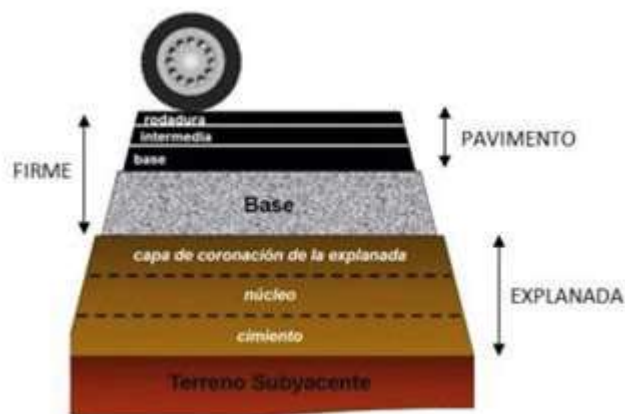


Figura 1. Diversas capas que forman la estructura de una carretera.

para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3) define el riego de adherencia como *“la aplicación de una emulsión bituminosa sobre una capa tratada con ligantes hidrocarbonados o conglomerantes hidráulicos, previa a la colocación sobre ésta de una capa bituminosa”*.

El estado de adherencia entre las capas asfálticas de los firmes afecta a su comportamiento. Cuando esta adherencia es adecuada, toda la estructura se comporta de una manera homogénea; en cambio, cuando la adherencia es inadecuada puede producirse un despegue entre las capas, que afecta a la manera en que las tensiones se distribuyen y conduce a un fallo prematuro del firme. De hecho, de acuerdo con las soluciones posibles de la distribución de tensiones y deformaciones en un sistema elástico multicapa, se puede demostrar que la ausencia de adherencia entre capas provoca una mayor deformación de la estructura y, consecuentemente, una reducción de la vida de servicio del firme.

Así, a la izquierda de la figura 2 se representa una viga biapoyada homogénea o compacta, mientras que en la derecha se representa una viga biapoyada, formada por n capas superpuestas, no adheridas entre ellas; es decir, se supone que en esta última viga no existe rozamiento entre las capas y que cada una de ellas flexa independientemente. Ambas vigas tienen la misma longitud, la misma sección y la misma altura. Al aplicar una carga en el centro de ambas vigas, se pueden obtener las flechas máximas que se producen en las secciones centrales como consecuencia de la flexión a que están sometidas. Con sencillos conceptos de resistencia de materiales, se deduce que la viga formada por n láminas es n^2 veces más flexible y n veces menos resistente que la viga de una pieza de las mismas dimensiones.

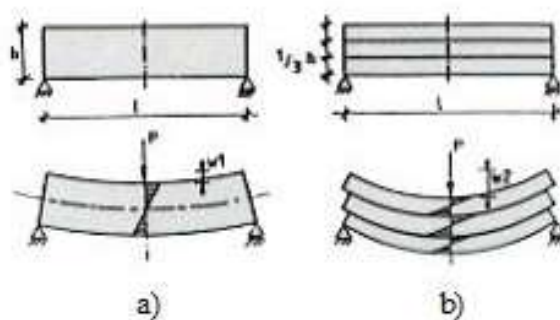


Figura 2. Analogía del comportamiento de una viga biapoyada, (a) homogénea y (b) multicapa (Tschegg, E. K. et al, 1995).

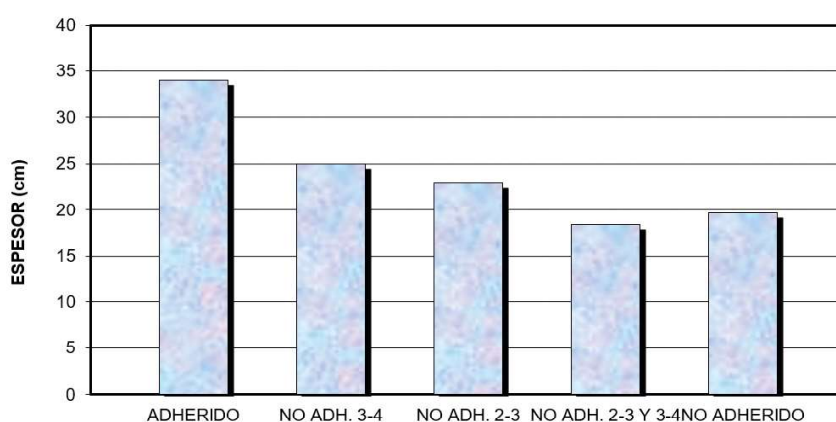


Figura 3. Variación del espesor efectivo de mezcla con el estado de adherencia entre capas.

Esto se traduce en una disminución del espesor de las capas que realmente trabajan en el firme. En la figura 3 se ha calculado el efecto que tiene la no adherencia entre capas y se puede ver que, cuando se construye una capa asfáltica de 34 cm de espesor en cuatro tongadas y no se consigue la adherencia entre ellas, el espesor efectivo de esas capas del firme se puede llegar a reducir en torno al 55-60%.

Por tanto, la falta de una adecuada adherencia entre las capas de un pavimento provoca que el conjunto del firme tenga una capacidad estructural inferior a la proyectada. Este hecho se puede detectar en las carreteras de diversas maneras. Superficialmente, la mala adherencia, entre otras consecuencias, provoca fallos tales como cordón longitudinal, arrollamiento transversal, fisuras o grietas parabólicas (Figura 4) y pe-



Figura 4. Variación del espesor efectivo de mezcla con el estado de adherencia entre capas.

laduras. También pueden detectarse los problemas de adherencia entre capas al extraer testigos, tal como se observa en la figura 5.



Figura 5. Testigo donde la capa intermedia está separada de la capa de base.

2. Guía de buenas prácticas en la ejecución de riegos de adherencia.

A pesar de la relevante importancia de los riegos de adherencia en la durabilidad y buen funcionamiento del pavimento, esta unidad de obra no recibe toda la atención adecuada en la ejecución de las obras, es por ello que, desde el Comité de Firmes de la Asociación Técnica de Carreteras, se ha creado un grupo de trabajo, coordinado por ATEB, con el fin de elaborar una Guía de Buenas Prácticas sobre Riegos de Adherencia que, previsiblemente, estará publicada antes de que finalice el año en curso.

A continuación, se presentan los puntos a tratar en dicho documento, y el contenido que se pretende desarrollar:

2.1. Elementos clave en los riegos de adherencia

A pesar de que en el pasado se han utilizado diversos productos como riegos de adherencia (alqui-

tranes, betunes fluidificados, etc.) en la actualidad, en España, se emplean exclusivamente emulsiones bituminosas. La tendencia a nivel mundial es abandonar los betunes fluidificados por emulsiones.

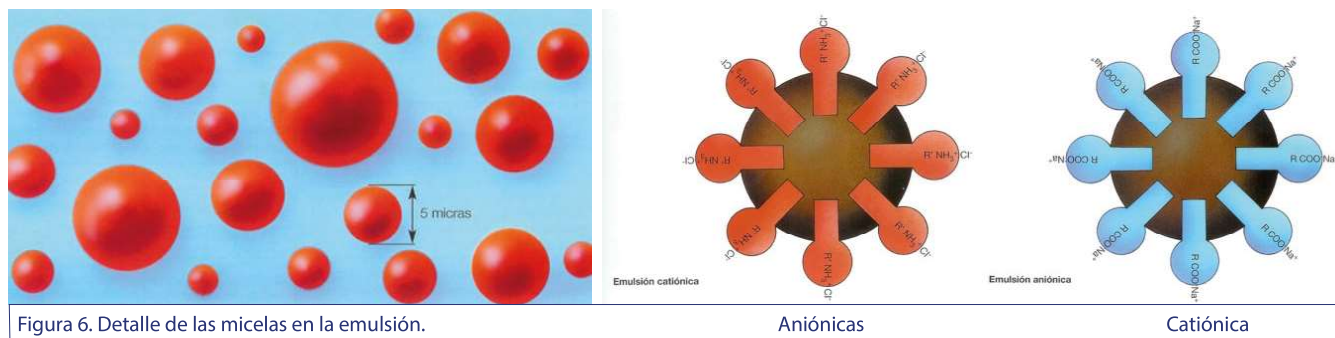
Para conseguir los mejores resultados es imprescindible tener en cuenta, al menos, los siguientes aspectos:

- a) La naturaleza del betún asfáltico. Las características tanto físicas como químicas son determinantes para las características de las emulsiones.
- b) El tipo de emulsión a emplear. El contenido de ligante, la viscosidad y la velocidad de rotura, son características de las emulsiones que en estos tipos de tratamientos se vuelven determinantes. Además se tendrá en cuenta la climatología imperante de la obra y tráfico.
- c) El avance en la tecnología de las emulsiones permite hoy en día diseñar un producto a medida de las necesidades concretas de cada obra y de las condiciones de aplicación.
- d) La limpieza y preparación de la superficie existente. La limpieza de la superficie sobre la que va a aplicarse el riego de adherencia puede ser en algunos casos determinante. En la mayoría de los casos lo más adecuado es la prevención, sobre todo en firmes de nueva construcción en los que es sencillo evitar que los vehículos de obra circulen sobre la superficie a tratar y dejen restos de barro muy difíciles de eliminar, y que impiden cualquier tipo de adherencia entre capas.

En otros casos, como por ejemplo superficies fresadas, será necesario el empleo de equipos de barrido y aspiración para evi-

tar la acumulación de detritus que impedirá el buen funcionamiento del riego de adherencia.

- e) La dotación. Para cada caso concreto existe una cantidad adecuada de ligante para servir de puente de unión entre las capas. Una dotación excesivamente baja no permitirá alcanzar unos niveles adecuados de adherencia, mientras que dotaciones en exceso pueden ser perjudiciales pudiendo provocar, en los casos más extremos, deslizamiento entre las capas o exudación de ligante en la superficie del firme creando zonas deslizantes.
- f) El sistema de aplicación. Salvo en zonas de muy pequeña extensión o inaccesibles deben emplearse siempre equipos mecanizados con sistemas de control de la dotación, capaces de crear películas continuas y uniformes, sin heterogeneidades en las dotaciones y sin discontinuidades en la aplicación.
- g) Las medidas de protección. No es suficiente con extender una emulsión y esperar a que se produzca su rotura. Es necesario comprobar que los vehículos que van a circular sobre la superficie tratada o que van a trabajar sobre ella (extendedoras y silos de transferencia) no dañan el riego. La forma más habitual de daño, y que se acepta como inevitable, es que parte de la dotación del ligante se pierde adherida a los neumáticos de los equipos de trabajo. Esta circunstancia puede corregirse empleando betunes más duros y, por tanto, menos susceptibles a la temperatura como es el caso de las emulsiones termo-adherentes.



2.2. Tipos, características de las emulsiones recomendadas

Una emulsión bituminosa es una dispersión de partículas de betún (micelas), con un tamaño de algunas micras, en un medio acuoso que, y dependiendo de su carga pueden ser catiónicas o aniónicas, tal y como se puede observar en la figura 6. Para poder dividir el betún hasta estos tamaños se necesita la energía y la fuerza de cizalla, que generalmente proporciona un molino coloidal.

Las emulsiones a emplear para los riegos de adherencia serán de “rotura rápida” y catiónicas, para que una vez aplicada la separación de agua y betún se produzca lo más rápidamente posible, y así garantizar las características de su ligante residual, que afectará directamente a la adherencia de las capas bituminosas del firme. El mecanismo químico de la rotura de la emulsión frente a una superficie se produce a partir del contacto de una emulsión con la misma. En primer lugar, se produce una absorción parcial del agua y emulsionante libre por la superficie, lo que origina una mayor concentración de las micelas y una desestabilización de la emulsión. Este proceso da como resultado la floculación y la aproximación de las partículas de betún (micelas).

A continuación, comienza la coalescencia produciéndose la

formación de coágulos de betún, lo que entraña ya la separación irreversible de las fases. Al final del proceso de coalescencia se produce la rotura de la emulsión en sentido estricto. A partir de este momento comienza la pérdida de agua del sistema. Esta pérdida de agua produce un incremento rápido de la cohesión y se traduce visualmente en el paso de un color marrón oscuro, típico de la emulsión, a un color negro, típico del betún. Posteriormente se produce la pérdida de los fluidificantes añadidos al betún, si los hubiera, proceso que se denomina curado. Estos fenómenos de curado y maduración son de naturaleza física y dependen de las condiciones de temperatura y aireación.

Su viscosidad ha de ser baja para conseguir una correcta pulverización, por medio de los difusores del camión cisterna regador. Igualmente, la concentración en ligante residual no debe ser elevada ya que, como se aplica en bajas cantidades, evitaremos así al máximo diferencias en la dotación final por metro cuadrado. La temperatura de aplicación habitual de las emulsiones para riegos de adherencia está comprendida entre los 20 °C y los 60 °C. Unas temperaturas más elevadas podrían incidir negativamente en la estabilidad de la emulsión. Estas emulsiones han de disponer de la suficiente estabilidad al almacenamiento, no produciéndose tamizados que no puedan ser recu-

perados a la fase dispersa (ligante residual) con una agitación, durante toda la duración de puesta en obra.

Finalmente, las emulsiones para riegos de adherencia han de tener una adhesividad adecuada, entendida como la capacidad del ligante para permanecer fijado a una superficie recubriéndolo sin ningún riesgo de desplazamiento aun en presencia de agua o tráfico (Figura 7 y 8). Esta adhesividad puede ser activa (capacidad de un ligante para mojar la superficie durante su aplicación) o pasiva (resistencia del ligante a ser desplazado de la superficie por la acción del agua o el tráfico).

El ligante residual debe poder soportar los esfuerzos de tracción generados en la interfaz entre capas. Su susceptibilidad térmica ha de ser la adecuada, de manera que a temperaturas elevadas no se produzcan un reblandecimiento que provoque desplazamientos entre las capas, y a temperaturas bajas no se fragilice en exceso y de lugar a microfisuras por retracción térmica, en especial en capas delgadas y ultradelgadas, iniciándose en ambos casos determinados deterioros en el firme.

Actualmente los tipos de emulsión recomendados para los riegos de adherencia, que cumplen los requisitos anteriormente citados, son la C60B2 o 3 TER, C60BP2 o 3 TER, C60B2 o 3 ADH y C60BP2 o 3 ADH.



Figura 7. Problemas presentados con emulsiones de adherencia convencionales



Figura 8. Aplicación de mezcla en caliente sobre emulsión termoadherente

Para los riegos de adherencia de capas de rodadura constituidas por mezclas bituminosas discontinuas o drenantes, se prescribe el empleo de emulsiones modificadas con polímeros (artículo 531.2.1 del PG-3) para categorías de tráfico pesado T1 o superior, e incluso para categorías T2 siempre que el tráfico tenga una intensidad media diaria (IMD) superior a 5 000 vehículos por carril. En estos casos, nos encontramos con capas de firme de reducido espesor (3 a 4 cm), con un importante contenido en huecos (y por tanto contactos puntuales con el soporte) y sometidas a importantes esfuerzos tangenciales, por lo que el ligante residual ha de ofrecer unas prestaciones de adherencia y susceptibilidad térmica superior.

2.3. Maquinaria

- Equipos para la limpieza de la superficie (Figura 9)

Para garantizar la calidad del riego de adherencia se debe asegurar, en primer lugar, que la superficie sobre la que se va a extender está limpia y seca. Para ello se deben ejecutar estas operaciones con los equipos y útiles de limpieza adecuados a cada actuación.

- Equipos para la aplicación del riego de adherencia (Figura 10)

Aunque la aplicación manual estuvo muy extendida hasta hace no muchos años, la aplicación de los riegos auxiliares requiere, en todos los casos, del empleo de camiones cisterna de riego con rampa abatible, con

capacidad para ser regulada en altura para poder asegurar una extensión uniforme en toda la superficie, preferentemente con un control automático de la dotación aplicada (Figura 10).

Dichos camiones cisterna deberán asegurar también que la aplicación de la emulsión se produce a la temperatura idónea.

Para garantizar la calidad del riego de adherencia se debe asegurar, en primer lugar, que la superficie sobre la que se va a extender está limpia y seca. Para ello se deben ejecutar estas operaciones con los equipos y útiles de limpieza adecuados a cada actuación.



Figura 9. Detalle del barrido de una superficie fresada. Fuente blog Motores y Carreteras



2.4. Buenas prácticas para el almacenamiento

De forma habitual el almacenamiento de la emulsión se realiza en el camión de riego, salvo en obras de gran tamaño, que suelen disponer de tanques nodriza.

Las emulsiones diseñadas para su uso en los riegos de adherencia están formuladas de forma que el nivel de sedimentación del betún sea lo más reducido posible. Sin embargo, las paradas prolongadas de la obra pueden hacer que la sedimentación de la emulsión genere falta de homogeneidad del betún residual sobre la superficie a regar. Por ello, es adecuado que tanto los tanques de almacenamiento como los camiones regadores dispongan de un sistema de recirculación para homogeneizar la emulsión que almacenan.

2.5. Buenas prácticas para una correcta puesta en obra

A la hora de definir un conjunto de buenas prácticas de puesta en obra de los riegos de adherencia, es conveniente tener en cuenta que el objetivo buscado es la maximización de la adherencia entre las capas de pavimento.

Antes de proceder a identificar las mejores prácticas, es necesario identificar las potenciales fuentes que interactúan en una deficiente adherencia entre las capas. Entre ellas merece la pena destacar:

- Dotación inadecuada de emulsión bituminosa que actúe como material adhesivo entre las capas. En este sentido se puede encontrar con dos situaciones contrapuestas: la falta de ligante o el exceso del mismo. La falta de ligante provocará un fallo de las diversas capas de pavimento afectadas por la falta

de funcionamiento “solidario”, mientras que los excesos, especialmente críticos en las capas de rodadura, pueden conducir a roderas o a deslizamientos de la capa superior, sin que el nivel de adherencia entre capas a tracción se vea especialmente comprometido.

A su vez, la falta de ligante se puede deber a dos factores: una incorrecta aplicación del mismo o a su eliminación de la superficie al ser arrastrado por el tráfico de obra.

- Existencia de contaminación (polvo, tierra, aceite, etc.) en la superficie sobre la que se aplica el riego de adherencia que impide que la adherencia se pro-

duzca entre los elementos que componen la propia estructura de cada una de las capas.

- La adecuación del tipo y cantidad de emulsión bituminosa en el riego de adherencia dependiendo del tipo de soporte sobre el que se aplica: pavimento fresado, pavimento recién extendido, asfalto u hormigón, porosidad del pavimento (mezclas densas, discontinuas o incluso drenantes).
- Condiciones climatológicas adversas: lluvia, frío o mucho calor.
- Condicionantes de ejecución de la obra: rehabilitación de pequeños tramos, grandes obras, interferencia de otras unidades de obra.



Figura 10. Camión cisterna con rampa de riego abatible.



Figura 11. Detalle de los abanicos del riego de adherencia. Fuente web de IBEF.



En situaciones puntuales donde la temperatura del firme y la de los neumáticos de los camiones es muy elevada, y el ligante residual de la emulsión termoadherente pudiera comenzar a tener pegajosidad (tack), existen tecnologías complementarias como el empleo de lechadas de cal, que se aplican sobre el riego de adherencia con emulsión termoadherente, una vez rota la emulsión, con el fin de disminuir la pegajosidad sobre los vehículos de obra. Este efecto se consigue mediante una menor captación de calor debido al color blanco de la cal depositada y la existencia de una interfase no adhesiva. Igualmente se puede emplear tratamientos antiadherentes en las ruedas de los camiones y de los “transfer” (este tipo de vehículos suelen ser especialmente propensos a deteriorar el riego de adherencia debido a la gran carga unitaria que soportan sus neumáticos (Figura 12).

Cabe reseñar que, en determinadas circunstancias condicionadas por la dureza del ligante residual de la emulsión, puede que la lechada de cal no aporte una mejora significativa.

2.6. Campos de aplicación

Las diversas actuaciones y tecnologías que pueden llevar a cabo en la construcción y conservación de un pavimento, requieren conocer sus particularidades y definir así unas buenas prácticas específicas:

- Firmes de nueva construcción.

La adecuada planificación en la ejecución de las diversas unidades de obra es clave, para que la superficie donde se va a realizar el riego de adherencia no se ensucie y esté totalmente limpia.

- Refuerzos.

Las dotaciones habituales del riego de adherencia suelen ser más elevadas, respecto a un pavimento bituminoso de nueva construcción.

En el caso de superficies muy lisas y pulidas se debe de considerar una dosificación específica a cada caso, en especial, si la nueva capa es delgada. Siendo recomendable el empleo de emulsiones modificadas.

La presencia en la superficie de áreas con una macrotextura muy gruesa, síntoma de una segregación de la capa y de una mayor permeabilidad, indicaría la conveniencia de una dotación diferenciada en las mismas.

- Rehabilitaciones estructurales (Fresados):

Prestar mucha atención a las situaciones que suponen un riesgo de fallo de la adherencia y deterioro prematuro del firme, como pueden ser el estado de la superficie fresada y a su limpieza y, por otro, condicionantes del tráfico que suelen introducir una escasa disponibilidad de espacio y tiempo entre la operación de fresado y la de extendido de la mezcla.

- Rehabilitaciones estructurales (Reciclado con emulsión):

La aplicación del riego de adherencia sobre este tipo de actuaciones, no debe realizarse antes de que haya pasado el tiempo de maduración de la mezcla

(que normalmente coincide cuando es posible sacar testigos)

- Rehabilitaciones estructurales (Reciclado con cemento):

Puede darse la circunstancia de que bajo el riego de curado exista una cierta concentración de finos superficiales originados en el proceso de compactación vibratoria, que al combinarse con el riego de curado forman una lámina delgada no adherida al soporte. Esa falta de unión hace que sea deseable su eliminación, para lo cual una pasada de barredora con cepillo metálico suele bastar para detectar y levantar esas zonas desechables, antes de la aplicación del riego de adherencia.

- Rehabilitaciones superficiales:

En este tipo de actuaciones está muy indicado aplicar como riego de adherencia, emulsiones termoadherentes. Igualmente está muy indicado aplicar el riego de adherencia mediante extendedoras con rampa de riego.

- Reparaciones:

En baches, reposiciones de zanjas y calas, los bordes perimetrales deben presentar un corte recto y vertical y limpiarse para asegurar que no hay presencia de polvo en ellos y la adhesión de la nueva mezcla a ellos asegura su impermeabilidad.

En las juntas se precisa una dotación rica del ligante de adherencia, siendo la mejor práctica la de aplicarlo en dos veces. Una solución complementaria, y muy adecuada, para asegurar la impermeabilidad de la junta es la de realizar un sellado de los bordes perimetrales de la actuación.

- Firmes urbanos.

El elemento diferenciador es el factor “ciudadano”; cualquier operación a realizar en el entorno urbano necesita una elevada previsión y planificación, así como la variabilidad de los mismos, siendo muy intensa, además, la interacción con la movilidad circundante, afectando de manera muy importante al rendimiento de las operaciones y la seguridad con que deben ser realizadas.

Microfresar la señalización horizontal, especialmente los cebsreados y aquellas superficies que presenten acumulación de pintura u otro elemento semejante. Estos puntos suelen ser foco de muchos de los defectos encontrados posteriormente por falta de adherencia entre las capas.

- Sobre materiales tratados.

Asegurando una buena adherencia, se reducen las tracciones en la parte inferior de la base. Si por el contrario, la adherencia es deficiente, “se producen tensiones y deformaciones de tracción en la parte inferior de las mezclas bituminosas, las cuales suelen alcanzar en general valores importantes por el pequeño espesor de dichas capas”.

Sobre un riego de curado no se puede transitar maquinaria pesada como la del extendido hasta pasados por lo menos 7 días. Durante estos 7 días, el riego de curado se contamina con polvo y partículas y pierde la adherencia que pudiese tener, por lo que es necesario retirarlo para conseguir una superficie apropiada para el riego de adherencia.

- Juntas:

Lo deseable es poder construir cada una de sus capas de forma continua, evitando la existencia de juntas de trabajo que suponen una discontinuidad que puede alterar su funcionamiento y comportamiento.

Al aplicar el riego de adherencia debe obtenerse una película de ligante gruesa en el plano de la junta de modo que, además de adherir las capas, asegure su impermeabilidad y contribuya a absorber movimientos de retracción en la junta sin fisurarse.

2.7. Control de calidad y evaluación de la efectividad del riego

El concepto de calidad de cualquier obra o producto marca la mayor o menor adecuación de éstos a su funcionalidad o uso previsto.

El propósito del control de calidad es asegurar que todas y cada una de las operaciones implicadas en el proceso se realizan de acuerdo con las prescripciones establecidas con el fin de conseguir la calidad exigida; o en su caso, realizar los ajustes o modificaciones necesarias para corregir las deficiencias detectadas, restableciendo las condiciones de calidad exigidas a la unidad de obra.

Para el control de calidad de esta unidad de obra es preciso poner atención en los siguientes aspectos:

- La conformidad de los materiales empleados con las especificaciones mediante la toma de muestras de la emulsión
- La dosificación del ligante.
- La uniformidad en la distribución del ligante.

La emulsión bituminosa deberá cumplir las especificaciones establecidas en el artículo 214 del PG-3, sobre recepción e identificación. Igualmente cumplirá con lo especificado en el control de calidad.

La normativa española, entre ellas el PG-3, indica valores mínimos de dotaciones de ligante residual lo que genera una cierta incertidumbre ya que una cantidad excesiva también puede generar un comportamiento no idóneo del riego de adherencia, como puede ser el deslizamiento de capas, exudaciones o un curado ralentizado que impide el paso del tráfico de obra. Igualmente incluye especificaciones de valores mínimos para la adherencia entre capas de mezclas bituminosas o entre éstas y las de conglomerantes hidráulicos.

2.8. Condicionantes climatológicos en la ejecución de riegos de adherencia.

El riego de adherencia sólo se podrá aplicar cuando la temperatura ambiente sea superior a diez grados Celsius (> 10 °C) y no exista riesgo de precipitaciones atmosféricas. Dicho límite se puede rebajar, a juicio del Director de las Obras, a cinco grados Celsius (5°C) si la temperatura ambiente tiende a aumentar. La aplicación del riego de adherencia se debe coordinar con la puesta en obra de la capa bituminosa superpuesta, de manera que antes de la colocación de la capa, se haya producido la rotura de la emulsión bituminosa. Prohibiendo todo tipo de circulación sobre el riego de adherencia hasta que se haya producido la rotura de la emulsión en toda la superficie aplicada.

3. Conclusiones

Ha quedado claramente expuesto la relevante importancia que tienen los riegos de adherencia en la durabilidad del pavimento bituminoso, con lo que es de vital importancia tener en cuenta las buenas prácticas expuestas en la guía.

La guía contempla las emulsiones bituminosas que actualmente son más adecuadas para esta unidad de obra, en función de la temperatura de las mezclas a adherir, la macrotextura de la misma y la de la superficie donde se aplica el riego de adherencia.

Una adecuada aplicación y elección del riego de adherencia con emulsión bituminosa, es relevante en la unión del sistema multicapa de un pavimento bituminoso, con el fin de que todas las capas trabajen solidariamente, para que las cargas provocadas por el tráfico, lleguen lo más disipadas posibles a la explanada, garantizando así su durabilidad desde el punto estructural. Igualmente interactúa en la durabilidad de las propiedades funcionales del pavimento, especialmente cuando se emplean capas delgadas y ultradelgadas, evitando la formación fallos tales como el cordón longitudinal, arrollamiento transversal, fisuras o grietas parabólicas y peladuras.

La superficie sobre la que se realiza el riego debe estar limpia de cualquier material extraño, que impida la correcta unión de la emulsión a la base; para ello deben utilizarse aspiradoras, barredoras mecánicas, equipos de lavado y máquinas de aire a presión, utilizando solo escobas de mano para sitios inaccesibles. Se debe prestar especial atención a los bordes de la zona a tratar.

Igualmente deben eliminarse si las hubiera, zonas exudadas o excesivamente deterioradas y abiertas que impidan tener una dosificación de emulsión adecuada y homogénea en toda la superficie.

Otro parámetro a considerar para una correcta elección del tipo de emisión bituminosa que formará el riego de adherencia, es la propia temperatura de la mezcla bituminosa a adherir. (Caliente, semicaliente o templada).

La temperatura ambiente mínima de aplicación del riego de adherencia es de 10 °C o de 5 °C, con autorización expresa de la Dirección de la Obras. No debe existir riesgo fundado de lluvia.

De la misma forma la adecuada elección de la maquinaria tanto para la aplicación, como para realizar las tareas de limpieza, inciden en la calidad del riego de adherencia. En los equipos de aplicación la verificación del control de la temperatura de la emulsión, altura de la rampa, alineación y limpieza de los difusores, resulta necesario para conseguir una aplicación uniforme y correcta. En cada tipo de actuación en el firme se valorará los equipos de limpieza necesarios para conseguir que la superficie esté totalmente limpia.

La conformidad de los materiales empleados con las especificaciones mediante la toma de muestras de la emulsión. Este control debe entenderse no sólo en la recepción sino, también, a lo largo de la ejecución con la periodicidad que se establezca.

4. Referencias

- [1] Tschegg, E. K., Kroyer, G. Tan, D., Stanzl-Tschegg, S., Litzka, J. (1995). Investigation of bonding between asphalt layers on road construction. *Journal of Transportation Engineering*, Vol. 121, N° 4.
- [2] Artículo 531. Riegos de adherencia. (2015) Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3). Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento. España
- [3] Bardesi, A., Tomás, R. (2004) Monografía ATEB sobre Riegos Auxiliares. Madrid. España.
- [4] Destree, A., De Visscher, J., Brichant, P-P., Vanelstraete, A. L'importance des couches de collage et de l'adhésion inter-couches pour la durabilité des voiries. Centre de Recherches Routières. Francia.
- [5] García Santiago, J. Blog Motores y Carreteras. España.
- [6] Web site International Bitumen Emulsion Federation (IBEF). Francia.
- [7] Guerrero Aguilera, S. (2015). Buenas prácticas constructivas en la aplicación del riego de liga para la colocación de sobrecapas asfálticas. Universidad de Costa Rica. LanammeUCR. Costa Rica
- [8] CEDEX, IECA (2003). Manual de firmes con capas tratadas con cemento. ❖

Reutilización sostenible de material fresado en suelo estabilizado S-EST3 y suelo-cemento SC40



Sustainable reuse of milled material in stabilised soil S-EST3 and soil-cement SC40

Pedro Hernández Carrillo

*Técnico Superior de Actividades Técnicas y Profesionales
Laboratorio del MIMTS, DGC, DCE Murcia*

Antonio Cerda Ferrer

*Jefe de Sección Técnica de Planeamiento Proyectos y Obras
MIMTS, DGC, DCE Murcia*

Gema Abellán López

*Jefa de Producción
UTE Arco Noroeste C De Murcia*

Gustavo Adolfo Pérez Morales

*Jefe de Servicio de Planeamiento Proyectos y Obras
MIMTS, DGC, DCE Murcia*

Juan Carlos Caballero Aguilera

*Jefe de Demarcación
MIMTS, DGC, DCE Murcia*

Este artículo presenta los resultados de una experiencia innovadora en la reutilización de material fresado procedente de mezclas bituminosas para la construcción de capas de suelo-cemento SC-40 y suelo estabilizado S-EST3. El estudio se realizó en el marco del proyecto del Arco Noroeste de Murcia, específicamente en el sub-tramo C, con una longitud de 7,650 km. Los resultados demuestran la viabilidad técnica y los beneficios ambientales de esta práctica, alineada con los principios de economía circular y sostenibilidad en la construcción de infraestructuras viales.

This article presents the results of an innovative experience in the reuse of milled material from bituminous mixtures for the construction of soil-cement layers SC-40 and stabilised soil S-EST3. The study was carried out within the framework of the Northwest Arc of Murcia project, specifically in sub-section C, with a length of 7.650 km. The results demonstrate the technical feasibility and environmental benefits of this practice, aligned with the principles of circular economy and sustainability in road infrastructure construction.

1. Introducción

La gestión sostenible de residuos de construcción y demolición se ha convertido en una prioridad en el sector de la infraestructura vial. La Ley 7/2022 de residuos para una economía circular establece el marco para la valorización de materiales y la reducción del impacto ambiental.

Los objetivos quedan claros:

- **Reducir** el consumo de recursos naturales. Al reutilizar los materiales, se disminuye la necesidad de extraer nuevos recursos y genera menos emisiones que la producción de materiales vírgenes.
- **Reciclar** contribuye a reducir el volumen de residuos y a prolongar la vida útil de los vertederos.

- **Reutilizar** materiales reciclados con buenas cualidades, pueden y deben emplearse de nuevo en la carretera porque suponen ventajas técnicas, económicas y medioambientales.
- **Rehabilitar** firmes utilizando técnicas de reciclado con material fresado procedente de mezclas asfálticas libres de contaminación, es fundamental para formar nuevos firmes más sostenibles y durables.

Este estudio se centra en la aplicación práctica de estos principios, siguiendo las directrices de la Orden FOM/2523/2014 y la Orden Circular OC 2/2023.

1.1 Contexto del Proyecto

El sub-tramo C del Arco Noroeste de Murcia presentó el siguiente balance de materiales (Tabla 1).

La parte final del tramo coincide en unos 2kms con el trazado en planta, pero no en cota, con la ya existente autovía autonómica RM-15, por lo que se tiene que desmontar dicha autovía y desechar el material procedente de las capas de mezclas bituminosas cuyo destino original es el vertedero.

Se propone ejecutar dos tramos de prueba para estudiar la posibilidad de reciclar y reutilizar ese material fresado en suelo cemento SC-40 como Subbase y/o en Suelo estabilizado in situ S-EST3 para la formación de explanada E-3. (Figura 1)

Tabla 1. Balance de materiales del proyecto, mostrando volúmenes de desmonte y necesidades de material

VOLUMEN DE DESMONTE TOTAL DE LA OBRA EN DESMONTE	1.011.236
<i>Marginal</i>	<i>785.523</i>
<i>Tolerable</i>	<i>225.713</i>
<i>Seleccionado</i>	<i>-</i>

NECESIDADES DE LA OBRA		
USO	TIPO DE MATERIAL	VOLUMEN DESMONTE A EXCAVAR
MATERIAL PARA TERRAPLÉN	Suelo Tolerable (0)	438.757
SUELO CEMENTO SC40	Suelo seleccionado	170.545
SUELO ESTABILIZADO SEST-3	Suelo tolerable/adecuado	93.781
BLOQUES TÉCNICOS	Suelo seleccionado	58.906
TOTAL (m3)		761.989
MATERIAL PROCEDENTE DE OBRA (m3) - Tolerable		225.713

NECESIDADES TOTALES (m3)	
Tolerable/adecuado (SEST-3)	306.825
Seleccionado (SC40 y BLQ.TEC)	229.451

MATERIAL DISPONIBLE (PRESTAMO DE PROYECTO)	
SUELO TOLERABLE	246.450
SUELO SELECCIONADO	181.350
SUELO MARGINAL	37.200

DÉFICIT DE LA OBRA (m3)	
Tolerable/adecuado (S-EST3)	60.375
Seleccionado (SC-40 y Bloques técnicos)	48.101

2. Materiales y Métodos

2.1 Caracterización del Material

El proyecto generó aproximadamente 36.000 m³ de material fresado procedente de la demolición de la autovía RM-15. (Figura 2)

Se realizaron pruebas de fresado a diferentes velocidades (2, 3, 3,5 y 4 m/min) y profundidades de 25, 27 y 30 cm para optimizar la granulometría resultante.

Se analizan las granulometrías resultantes de las combinaciones seleccionadas. (Figura 3)

Resultando como la mejor granulometría aquella que produce el contenido más alto en finos, es decir, aquella que se obtiene a la máxima profundidad de fresado, 30 cm, y mínima velocidad de avance, 2 m/min.

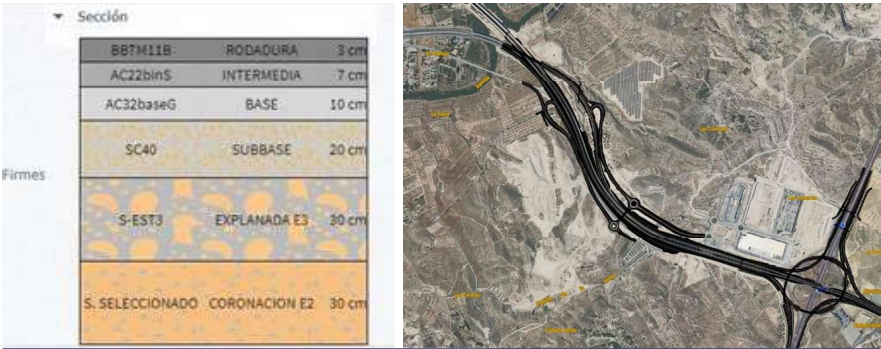


Figura 1.



Figura 2.

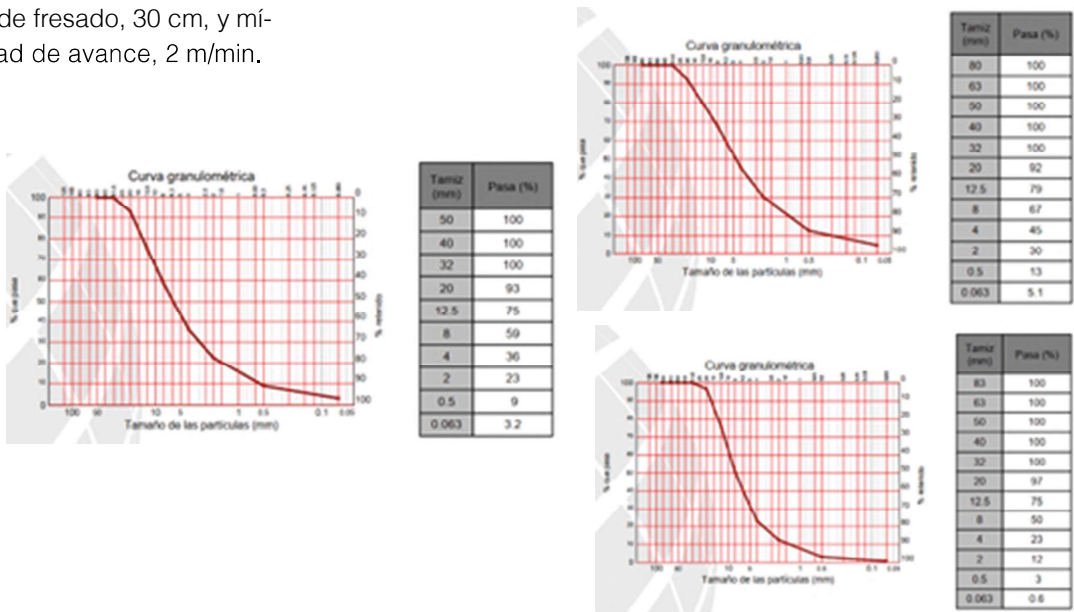


Figura 3.



Figura 4.

Este tipo de curvas granulométricas son normales en un fresado ya que las fresadoras no son capaces de producir más finos sobre mezclas bituminosas, por lo que tenemos que corregir la curva con fracciones de suelos ó arenas que nos aporten máxima compactación y menor demanda de contenido de cemento.

Hay que adaptarse a los recursos disponibles de cada obra y actuar con la mirada más eficiente. En nuestro caso, corregimos la curva aportando un 10% de un material fino procedente del rechazo de criba del suelo seleccionado cuyo destino también era ir a vertedero. (Figura 5)

2.2 Diseño de Mezclas

Para ambas aplicaciones (SC-40 y S-EST3), se requirió:

- Adición de 10% de material fino procedente del excedente del cribado del suelo seleccionado.
- Para SC-40: Cemento tipo CEM II/B-L 32,5 N al 4,0% y humedad óptima del 6,7%.
- Para S-EST3: Cemento tipo CEM II/B-L 32,5 N al 3,0% y humedad óptima del 6,7%.

En todo caso se realizó el estudio de las curvas de compactación sobre Proctor Modificado y su equivalencia con el grado de compactación Kango según NLT-310/90. (Figura 6)

2.3 Tramos de Prueba

SC-40 en Central

Para la fabricación de suelo-cemento SC40 se realiza, junto a la planta que está situada muy próxima a la traza, un acopio del material fino y el acopio del material fresado. (Figura 7)

El tramo de prueba se ejecutó en el arcén exterior del ramal 2 del enlace 2. (Figura 8)

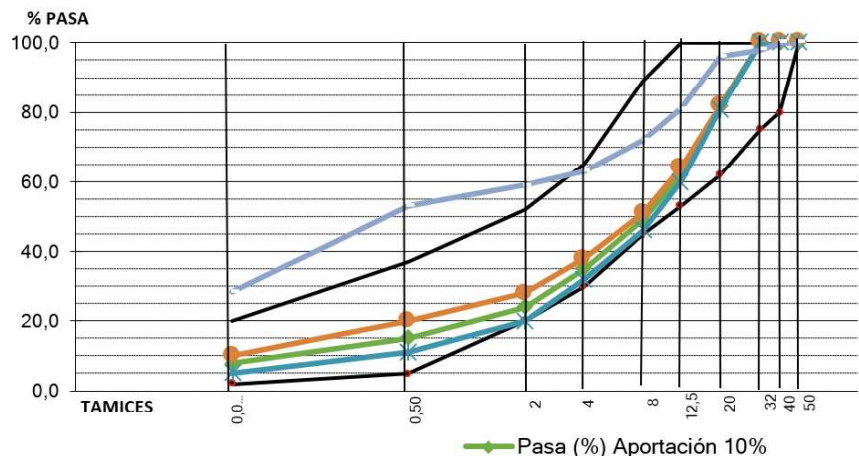


Figura 5. Curva granulométrica del material fresado y huso SC-40.

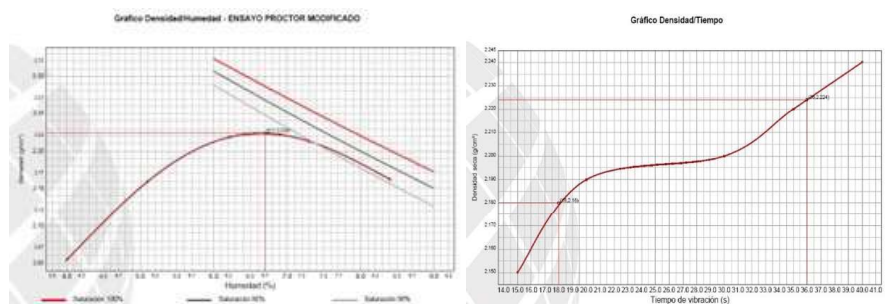


Figura 6. Curvas de densidad Proctor Modificado y Kango.

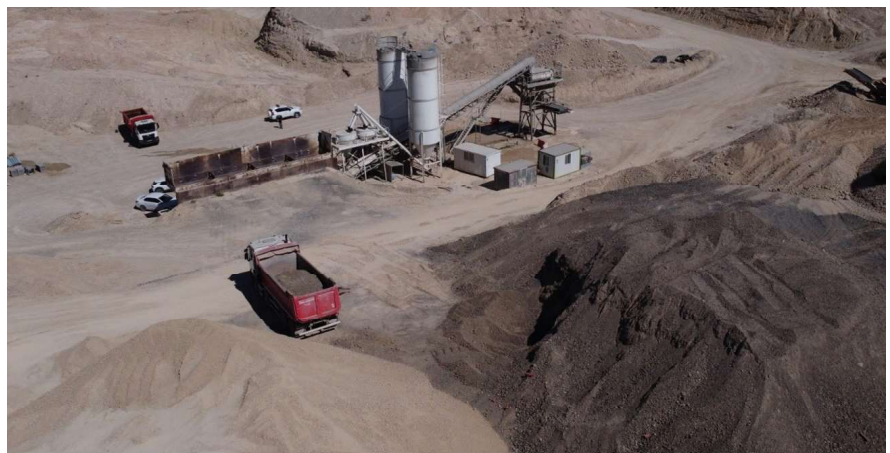


Figura 7.



Figura 8.

Los equipos utilizados en este tramo de prueba sobre el arcén constaron de una extendidora de arcén Rodillo, Compactador Hamm 3520 de 20t y Corta juntas Rodillo Dynapac CC900. (Figura 9)

S-EST3 in situ

Para el tramo de prueba del suelo estabilizado S-EST3 “in situ” la apor-

tación del 10% del material fino se realizó sobre el extendido del material fresado antes de que el equipo Wirtgen inicie la estabilización. (Figura 10)

El tramo de prueba se ejecutó en el camino de servicio que da acceso al préstamo de la obra por donde discurre todo el tráfico pesado hacia la traza.

Aunque tiene la función de Suelo Estabilizado S-EST3, con una dosificación del 3% de cemento, su granulometría se ha diseñado para cumplir el huso granulométrico SC-40 específico para firmes con tráfico pesado T00 – T2 y espesor de 30 cm. (Figura 11)



Figura 9..



Figura 10.



Figura 11. Equipo de estabilización in situ y aspecto de la capa estabilizada.

3. Resultados y Discusión

3.1 Suelo-Cemento SC40

Los ensayos sobre probetas fabricadas in situ con martillo Kango arrojaron los siguientes resultados: (Tablas 2, 3, 4 y 5)

Tabla 2..

Ensayo VS-0116 - RESISTENCIA A COMPRESIÓN MEZCLA CON CONGLOMERANTES 3 PR. S/UNE-EN 13286-41:2022				
FABRICACIÓN DE PROBETAS S/UNE-EN 13286-4				
Nº. de capas		5		
Humedad óptima de referencia media in situ	%	7.9		
Muestra		1	2	3
Tiempo de vibración	s	31	31	31
Referencia molde		Molde 916	Molde 922	Molde 912
Altura molde	mm	150	150	150
Diámetro molde	mm	152	152	152
Volumen molde	cm³	2722	2722	2722
Masa Molde	g	8025	7155	8414
Masa molde + muestra + agua	g	14175	13325	14640
Masa muestra + agua	g	6150	6170	6226
Masa muestra	g	5721	5702	5770
Densidad	g/cm³	2.10	2.10	2.12
Densidad máxima de referencia	g/cm³	2.11		

Tabla 3.

RESISTENCIA A COMPRESIÓN S/UNE-EN 13286-41				
Muestra		1	2	3
Edad		7	7	7
Area de la sección recta de la probeta	Ac mm²	18146	18146	18146
Fuerza máxima soportada	N F	96950	100260	99350
Resistencia a la compresión	N/mm² Rc	5.3	5.5	5.5

Tabla 4.

Nº	LOCALIZACIÓN		PROCTOR APLICADO			DATOS DE CAMPO				
	Prof. sonda 20 cm.	Margen	Humedad %	densidad t/m³	Compact. exigida %	Tongada	espesor cm.	Humedad %	Densidad t/m³	Compactación %
1	0+160 (37.985346 , -1.258832)	D	7.9	2.11	98	1	30	8.2	2.12	101
2	0+200 (37.985665 , -1.259138)	D	7.9	2.11	98	1	30	7.9	2.14	102
3	0+250 (37.98807 , -1.259241)	D	7.9	2.11	98	1	30	8.5	2.16	102
4	0+300 (37.98839 , -1.259354)	D	7.9	2.11	98	1	30	8.9	2.12	100
5	0+350 (37.988652 , -1.259612)	D	7.9	2.11	98	1	30	7.9	2.16	102
Valores medios (5 puntos)								8.3	2.14	101

Tabla 5.

DATOS SOBRE TESTIGOS ENDURECIDOS A 28 DÍAS	ESPESOR (mm)	DENSIDAD APARENTE (g/cm³). MÉTODO GEOMÉTRICO
GPS: 37.98686707 -1.25952032	300	2,26
GPS: 37.98564913 -1.25900712	320	2,24
GPS: 37.98814441 -1.25954516	325	2,29
GPS: 37.9886463 -1.25985491	310	2,25
	314	2,26

De igual forma, aunque no es de aplicación para el SC40, se realizó el ensayo de carga con placa UNE 103808. (Figura 12)

Dada la posible interacción entre el betún residual contenido en el fresado y el conglomerante hidráulico, se realizó el ensayo de módulo de rigidez y ángulo de desfase sobre los testigos cilíndricos a 20°C según la norma UNE-EN 12697 Anexo C.

Este ensayo mide la relación entre la tensión y la deformación junto con el desfase entre tensión y deformación. (Figura 13)

Los suelos-cementos se comportan de manera predominantemente elástica. Esto significa que la deformación es prácticamente instantánea y proporcional a la carga aplicada, sin un componente viscoso significativo y ángulo de desfase muy bajo. Para un material elástico puro el ángulo de desfase es 0 y para materiales viscosos puros el ángulo de desfase es 90. (Tabla 6)

Según los resultados obtenidos en las mezclas SC40 y S-EST3, al estabilizar con cemento el material fresado, éste conserva parte de su comportamiento viscoelástico original, incluso después de ser incorporado al suelo-cemento, por lo que se obtiene una base muy resistente con reducida fisuración y elevada durabilidad.



Figura 13.



MODULOS DE DEFORMACIÓN		
E _{v1}	MPa	281.25
E _{v2}	MPa	485.03
E _{v2} /E _{v1}		1.72

TABLA 512.7 – VALOR DEL MÓDULO DE DEFORMACIÓN VERTICAL (E_{v2}) (norma UNE 103808).

CAPA	MÓDULO DE DEFORMACIÓN VERTICAL (¹)	TIPO DE SUELO ESTABILIZADO		
		S-EST1	S-EST2	S-EST3
Superior de explanada (¹)	E _{v2} (MPa)	≥ 60	≥ 120	≥ 300
	E _{v2} /E _{v1}	< 2,2		
Relleno tipo terraplén, capa superior de cemento y núcleo	E _{v2} (MPa)	≥ 60		
	E _{v2} /E _{v1}	< 2,2		

Figura 12. Tabla de módulo de deformación y valores mínimos para los distintos tipos de estabilizados.

Tabla 6.

DATOS MEDIOS SOBRE TESTIGOS A 20 °c	Módulo de Rigidez (Mpa)	Ángulo de desfase (°)
Suelo Cemento SC-40 (4%)	11.400	7,50
Suelo Estabilizado S-EST3 (3%)	9.982	12,73



Figura 14.

3.2 Suelo Estabilizado S-EST3

Además de los ensayos de rigidez y ángulo de fase, en el tramo de prueba se realizó el ensayo de deflexión en firmes UNE 41250-3, parte 3 con deflectómetro de impacto con el siguiente resultado (Figuras 15, 16 y 17)



Resistencia a compresión sobre
testigo (N/mm²)
Media del tramo

2,9

Figura 17. Ensayo de resistencia a compresión sobre testigos

3.3 Análisis de Comportamiento

Un hallazgo significativo fue el comportamiento viscoelástico residual del material fresado, que se mantiene incluso después de su incorporación al suelo-cemento. Según los resultados obtenidos en las mezclas SC40 y S-EST3, al estabilizar con cemento el material fresado, éste conserva parte de su comportamiento viscoelástico presentando altos módulos de rigidez y valores medios de ángulo de desfase, por lo que se obtiene una base muy resistente con reducida fisuración y elevada durabilidad.

4. Conclusiones

La propuesta de reciclar in situ con cemento mezclas bituminosas en capas inferiores del firme tiene varias ventajas. Entre ellas destacan la aportación de suelos seleccionados de alta calidad y la posibilidad de reciclar el 100% de los firmes agotados utilizando técnicas en frío. Además evita el aumento de las distancias de

transporte hacia las plantas de fabricación de mezclas bituminosas y su recalentado posterior.

Los resultados demuestran que la reutilización de material fresado en aplicaciones de suelo-cemento SC40 y suelo estabilizado S-EST3 es técnicamente viable y ambientalmente beneficiosa. Los beneficios principales incluyen:

1. Reducción significativa de residuos enviados a vertedero.
2. Disminución en la extracción de materiales vírgenes.
3. Mejora en las propiedades mecánicas debido al comportamiento viscoelástico residual.
4. Cumplimiento de los requisitos técnicos establecidos en la normativa vigente.

Este estudio confirma que “nuestras carreteras son nuestras mejores canteras” y demuestra la viabilidad de implementar los principios de las cuatro “R” (Reducir, Reciclar, Reutilizar, Rehabilitar) en la construcción de infraestructuras viales.

5. Referencias

- [1] Ley 7/2022 de 8 de abril, de residuos para una economía circular.
- [2] Orden FOM/2523/2014.
- [3] Orden Circular OC 2/2023 “Reutilización de capas de firmes y pavimentos bituminosos”.
- [4] PG-3 y normas UNE.

Agradecimientos

Este estudio fue realizado en colaboración con el Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible (MITMS) y la empresa UTE Arco Noroeste Tramo C (12-MU-5860.C).

La carretera en los Juegos Olímpicos de París 2024



Álvaro Parrilla Alcaide

Dirección General de Carreteras, MITMS

Hace algo más de tres años, en el número 189 de Rutas, dábamos cuenta de las pruebas relacionadas con la carretera que se disputaron en los Juegos Olímpicos de Tokio 2020 (2021). Aquellos Juegos estuvieron marcados por la pandemia de COVID 19 que los hizo atípicos por numerosas razones.

Su aplazamiento al siguiente verano llevó a que la subsiguiente olimpiada (periodo teórico de cuatro años entre cada dos ediciones consecutivas de los Juegos Olímpicos) fuese la más breve, al menos de la edad contemporánea. Si nos atenemos a fechas exactas, los Juegos de Tokio concluyeron el 8 de agosto de 2021 y los de París comenzaron el 26 de julio de 2024, por lo que el periodo entre Juegos de verano duró dos años, once me-

ses y dieciocho días. Ese 26 de julio de 2024, París se vestía de gala para acoger sus terceros Juegos Olímpicos (1900, 1924 y 2024).



El objeto de estas líneas es pasar revista a las pruebas disputadas sobre la carretera y ponerlas

en contexto dentro de los Juegos de la trigésimo tercera Olimpiada de la era contemporánea (o moderna, según se desee) París 2024. Eso sí, permítasenos la misma licencia que hace tres años y es la de entender la carretera en un sentido amplio, pues, aunque en puridad las pruebas a las que nos referimos son de carretera, el carácter eminentemente urbano de los Juegos Olímpicos (que se disputan de forma predominante en una ciudad concreta) hace que a veces se desarrollen en realidad, total o parcialmente, sobre calles.

París 2024 ha celebrado trescientas veintinueve (329) pruebas en treinta y dos (32) deportes y ha repartido mil cuarenta y cuatro (1.044) medallas, de las que treinta y seis (36) lo han sido sobre la ca-

rrretera, es decir un 3,45% del total. Los deportes carreteros han sido, como en los Juegos¹ de 2021, el triatlón, el ciclismo y el atletismo.

A diferencia de muchas otras pruebas en los Juegos, las doce que se han disputado sobre la carretera son de final directa, es decir los atletas se clasifican según criterios del Comité Olímpico Internacional para una única prueba final que tiene lugar durante los Juegos. Es decir, no hay eliminatorias intermedias para alcanzar la final dentro de los propios Juegos.

La cronología que se detallada en la tabla 1 es importante pues varios deportistas compitieron, e incluso ganaron medallas, en más de una de las pruebas, como se verá más adelante.

Vamos a comenzar este repaso sumergiéndonos en el Sena sin tragar agua, después cogeremos la bicicleta y por último correremos. Ese es el orden interno en el triatlón y por ese mismo orden abordaremos después el ciclismo y por último el atletismo (bueno, ahí primero andaremos tan rápido como nos sea posible).

 Triatlón

El triatlón es un deporte en que se suceden la natación, el ciclismo y la carrera pedestre, por este orden y sin solución de continuidad, por tanto, los dos últimos segmentos se desarrollan sobre la carretera. Si quisiéramos ser muy puristas, en París 2024 también en el inicio del primero, pues la salida se dio desde un puente urbano sobre el que discurre una calle.

El programa olímpico comprendía las mismas tres pruebas que en 2021, la femenina, la masculina (natación: 1.500 m, ciclismo: 40 km,

Tabla 1. Cronología	
Fecha	Prueba
27 de julio (14:30)	Ciclismo en ruta: contrarreloj femenina
27 de julio (16:30)	Ciclismo en ruta: contrarreloj masculina
31 de julio (08:00)	Triatlón: individual femenino
31 de julio (10:45)	Triatlón: individual masculino
1 de agosto (07:30)	Atletismo: 20 km marcha masculina
1 de agosto (09:50)	Atletismo: 20 km marcha femenina
3 de agosto	Ciclismo en ruta: fondo en carretera, ruta masculina
4 de agosto	Ciclismo en ruta: fondo en carretera, ruta femenina
5 de agosto	Triatlón: relevo mixto
7 de agosto	Atletismo: marcha relevo mixto
10 de agosto	Atletismo: maratón masculino
11 de agosto	Atletismo: maratón femenino



Triatlón individual femenino: Pese a la claridad de la imagen la salida femenina no fue nula

carrera pedestre: 10 km) y por último el relevo mixto, estrenado en Tokio y en el que se introdujeron algunos cambios, con equipos de dos hombres y dos mujeres intercalados, que ejecutaron cada uno un triatlón de corta duración (natación: 300 m, ciclismo: 7 km, carrera pedestre: 1,8 km) antes de dar el turno al siguiente compañero de equipo en una secuencia, hombre A-mujer A-hombre B-mujer B.

Las tres pruebas partieron del puente Alejandro III, desde el que los competidores se lanzaron al río Sena, en la meta esperaba la explanada de Los Inválidos -que se sitúa justamente enfrente del puente- lo que enmarcaba la prueba en un escenario monumental, como así se-

ría en el resto de las que vamos a describir (la torre Eiffel, Trocadero, el palacio de Versalles etc. serían el marco de otras pruebas), tal y como se observa en alguna de las imágenes que ilustran este texto.

Aunque se había hecho un gran esfuerzo de mejora de la calidad de las aguas del río Sena (lo que en sí mismo constituía uno de los retos globales de París 2024) las pruebas individuales, celebradas en la mañana del 31 de julio se saldaron a posteriori con protestas por este asunto.

¹ Para los antecedentes de cada prueba en la historia olímpica y otras cuestiones generales, nos remitimos a nuestro artículo en el número 189 de Rutas.

Tabla 2. Medallero de la carretera: Triatlón				
Fecha (2024)	Prueba	Oro	Plata	Bronce
31 de julio (08:00)	Competición femenina	Cassandre Beaugrand (Francia)	Julie Derron (Suiza)	Elizabeth Potter (GBR)
31 de julio (10:45)	Competición masculina	Alex Yee (GBR)	Hayden Wilde (Nueva Zelanda)	Léo Bèrgere (Francia)
5 de agosto	Relevos mixtos por equipos	Alemania	Estados Unidos	Gran Bretaña



En lo estrictamente deportivo, la salida de las mujeres se saldó con polémica por la más que probable salida adelantada de una triatleta danesa que motivó bastante desconcierto (incluso el salto a bomba de varias deportistas esperando volver a subir al puente para una nueva salida). Tras la igualdad inicial, en la mitad del tercer segmento -la carrera pedestre- se formó un selecto grupo cabecero formado por cuatro triatletas de las que la francesa Emma Lombardi acabaría rezagándose. El color de las medallas se decidió en los últimos minutos con la francesa Cassandre Beaugrand² que descolgó a sus rivales y se adjudicó el oro con seis segundos de ventaja sobre la suiza Julie Derron y quince sobre la británica Elizabeth Potter³, entre el alborozo del público local.

Poco después se lanzaron al agua los hombres. Hasta el final del segmento de ciclismo no hubo diferencias, con un grupo de más de treinta triatletas discurriendo a la par unos de otros. En el segmento definitivo, dentro de los últimos 500 m, el británico Alex Yee⁴ adelantó en una trepidante carrera final al neozelandés Hayden Wilde, al que venía siguiendo buena parte de la prueba, ganando el oro con idéntico margen al de la prueba femenina. Yee y Wilde (oro y plata) subían un escalón más en el podio (fueron plata y bronce en Tokio) mientras que, cuatro segundos más tarde, el francés Léo Bèrgere completaba la terna de elegidos.

Quedaba pendiente el relevo mixto para dentro de cuatro días. El



Triatlón individual femenino: Beaugrand se cuelga el oro en Los Inválidos ante su público



Triatlón individual masculino: El subcampeón felicita al ganador poco después de que le adelantase en los últimos metros

asunto de la calidad de las aguas del Sena hizo que se plantearan diferentes opciones: hubo quejas de varias delegaciones, llegando a darse el caso de que una triatleta belga sufriera una infección gastrointestinal en la prueba individual (lo que le impidió tomar parte en los relevos mixtos). Se decidió aplazar la competición del 4 al 5 de agosto y, tras determinar que

² Cassandre Beaugrand además del oro individual ya había sido bronce en el relevo mixto en Tokio 2021.

³ Elizabeth Potter se fue de París con dos medallas, pues suma a su bronce individual otro bronce en el relevo mixto (véase la foto del esprint final en el relevo mixto donde ocupa el centro de la imagen).

⁴ Alex Yee obtuvo en Tokio 2021 la plata individual y el oro en el relevo mixto, en París 2024 el oro individual y el bronce en el relevo mixto.

los parámetros de calidad hídrica habían mejorado respecto a las pruebas individuales, se acordó celebrarla como estaba previsto, es decir con el primer segmento en el río. Lo estrictamente deportivo nos deparó una prueba trepidante, con relevos apretadísimos que se resolvió en un final espectacular. Alemania, Estados Unidos y Gran Bretaña se repartieron los metales, por este orden, aunque para dilucidarlo hubiera que recurrir a la foto finish entre la plata y el bronce; por cierto, quédense con la imagen de esa llegada a tres, porque volveremos sobre ella.

El medallero de este deporte queda reflejado en la tabla 2.

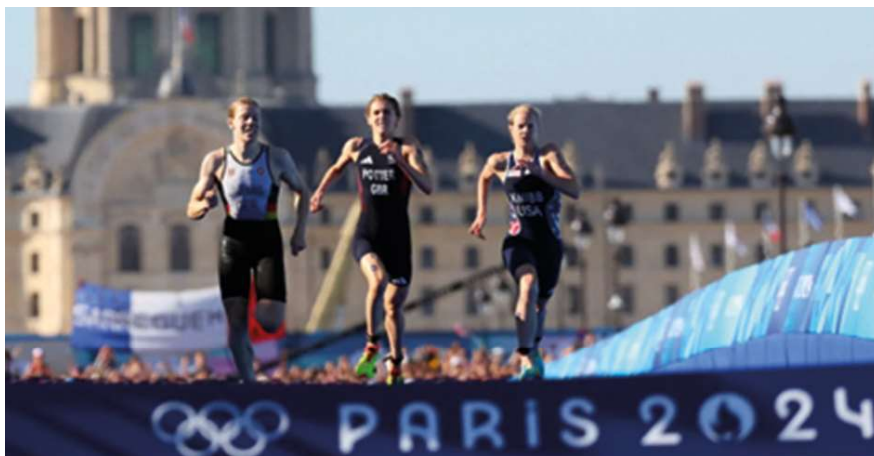


Ciclismo

Este deporte en su versión olímpica incluye cuatro modalidades: de montaña, BMX, de pista (en velódromo) y en ruta, que es la que se desarrolla sobre la carretera. La modalidad de ruta distingue entre la prueba contrarreloj y la de fondo en carretera, ambas a título individual y en categorías masculina y femenina.

Las primeras pruebas en disputarse fueron contra el crono, el 27 de julio de 2024, primero la femenina y acto seguido la masculina, en ambos casos sobre el mismo circuito de 32,4 km con salida y meta justamente al contrario que en el triatlón: de la explanada de Los Inválidos al (prácticamente contiguo) puente de Alejandro III, con largos tramos rectos hasta el bosque de Vincennes en que se sucedían bastantes giros bruscos y, de nuevo, largas rectas hasta meta.

La prueba femenina estuvo marcada por la lluvia y fue dominada de manera aplastante por la australiana Grace Brown, quien había perdido el bronce en Tokio por siete segundos y que en esta prueba superó en más



Triatlón por relevos mixtos: difícil ver un final tan apretado en una prueba de estas características, el oro sería para Alemania (izquierda) con Laura Lindemann. En el centro el bronce en categoría individual y a la derecha, una de las protagonistas de este artículo, netamente carretero: Taylor Knibb.



Podio del triatlón por relevos mixtos

de un minuto y medio a la plata, la británica Anna Henderson. Chloe Dygert⁵ (EEUU) obtuvo el bronce a menos de un segundo de la plata, pese a haber sufrido una caída. Dos meses más tarde, la australiana ganó el campeonato del mundo y anunció su retirada para finales de 2024.

Un caso muy llamativo fue el de la estadounidense Taylor Knibb, triatleta, quien también se clasificó para esta prueba merced a su actuación en el campeonato de ciclismo contrarreloj de los EEUU. La lluvia caída sobre París aquel día la llevó al suelo tres veces, pero pese a todo pudo concluir en decimonoveno lugar, puesto que repetiría cuatro días más tarde en el triatlón individual, para obtener con

su país la medalla de plata en el relevo mixto de triatlón (también fue plata en el relevo de Tokio); ella es quien aparece a la derecha de la imagen del esprint final en esa prueba. Es un caso sumamente infrecuente que un atleta compita en tres pruebas de dos deportes diferentes⁶ en unos Juegos y ella lo hizo, sobre la carretera y llevándose a casa una medalla por equipos.

⁵ Chloe Dygert se llevó dos medallas de París, la de bronce en la contrarreloj individual en ruta y la de oro en persecución por equipos (velódromo). Tiene otras dos medallas olímpicas en esta misma prueba de velódromo: bronce en Tokio 2021 y plata en Río 2016.

⁶ Aunque en puridad así es, nótese que de las tres partes que componen el triatlón una es la de ciclismo.

Tabla 3. Medallero de la carretera: Ciclismo				
Fecha (2024)	Prueba	Oro	Plata	Bronce
27 de julio (14:30)	Contrarreloj femenina	Grace Brown (Australia)	Anna Henderson (GBR)	Chloe Dyggert (EEUU)
27 de julio (16:30)	Contrarreloj masculina	Remco Evenepoel (Bélgica)	Filippo Ganna (Italia)	Wout van Aert (Bélgica)
3 de agosto	Ruta masculina	Remco Evenepoel (Bélgica)	Valentin Madouas (Francia)	Christophe Laporte (Francia)
4 de agosto	Ruta femenina	Kristen Faulkner (EEUU)	Marianne Vos (Países Bajos)	Lotte Kopecky (Bélgica)

Dos horas más tarde y sobre el mismo circuito, mojado, y de nuevo con la lluvia como protagonista, tomaron la salida los hombres. La prueba fue muy apretada y la lucha entre los cuatro primeros fue cerradísima, el belga Remco Evenepoel fue superior a todos sus rivales ganando el oro por quince segundos, mientras que Filippo Ganna⁷, plata, estuvo a punto de irse al suelo en una zona pintada del pavimento. El medallista de bronce Wout van Aert⁸ perdió el oro en los últimos kilómetros, aunque ganó el bronce por apenas dos segundos frente al británico Josh Tarling, quien había sufrido un pinchazo.

Finalizadas las pruebas contra el crono y tras una semana de descanso, el 3 de agosto a las 11 h, se dio la salida en Trocadero, a la prueba de fondo en carretera (o de ruta) masculina que comprendió 273 km y llevó al pelotón, ahora sí, a la carretera. Se llegó hasta Versalles y ya de vuelta a París, se recorrieron los últimos 50 km por un circuito urbano que comprendía tres subidas a la colina de Montmartre con final de nuevo en Trocadero.

Los primeros ataques serios comenzaron sobre la carretera, alrededor del km 200, aunque no se abrieron grandes huecos. En el circuito urbano se sucedieron fugas que obtuvieron escasa ventaja, si bien la lucha definitiva se desencadenaría en el primer paso por Montmartre con un ataque ya muy serio



Podio de la contrarreloj femenina



Podio de la contrarreloj masculina

de van der Poel y de van Aert, que puso a tirar al campeón contrarreloj, quien veía esfumarse sus opciones. Tanto empeño puso Evenepoel, que en el segundo paso por Montmartre ya iba al frente de la prueba y marchaba en solitario con el francés

7 Filippo Ganna obtuvo además de la plata en la contrarreloj individual en París 2024, el bronce en persecución por equipos (velódromo), prueba en la que obtuvo el oro en Tokio 2021.

8 Wout van Aert fue bronce en la contrarreloj individual de París 2024 y había sido plata en fondo en carretera en Tokio 2021.

Madouas, mientras que por detrás se sucedían los tirones para intentar alcanzarlos. El campeón contra el crono dejó la compañía del francés y coronó el tercer paso por Montmartre en solitario; cuando el oro parecía seguro el belga pinchó a 3,8 km de meta, si bien su ventaja le permitió cambiar de bicicleta y entrar en meta en solitario con más de un minuto sobre su compañero de fuga Valentin Madouas, quien dejaba el bronce cinco segundos atrás para su compatriota Christophe Laporte, que daba tiempo a un grupo de siete corredores.

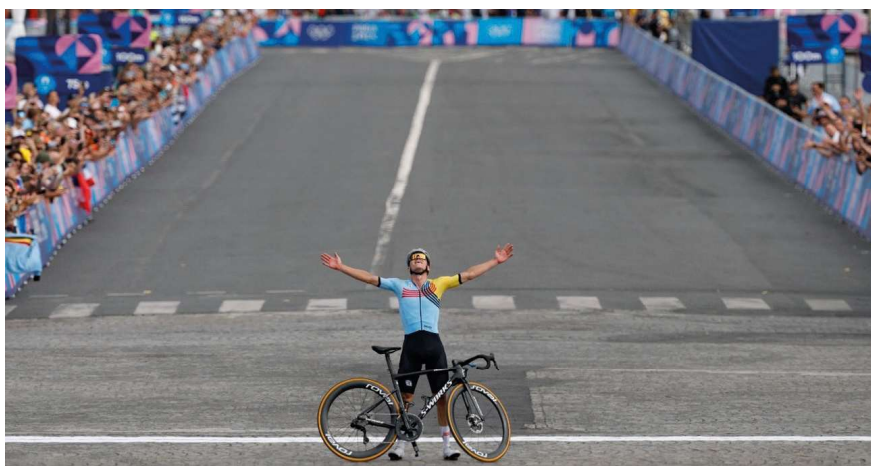
Remco Evenepoel ganaba el oro en ruta y lo sumaba al obtenido ocho días antes contra el crono, siendo la primera vez que el mismo corredor se coronaba con ambos oros en unos Juegos. Este hecho le convierte en uno de los grandes triunfadores de estos Juegos Olímpicos.

El día siguiente tomaron la salida las mujeres sobre un recorrido de 158 km con bastantes partes comunes con el masculino y que también llevó a las ciclistas a la carretera propiamente dicha, con un final urbano similar a la prueba masculina. La bajada final desde Montmartre dejó a cuatro corredoras para las tres preseas, con el resto a casi un minuto; la estadounidense Kristen Faulkner lanzó un ataque a tres kilómetros de meta y sus tres compañeras dudaron, permitiendo unos preciosos segundos a la norteamericana quien consiguió llegar en solitario con sus tres perseguidoras a casi un minuto en meta. La pugna por las medallas se resolvió en un apretado esprint, comandado por la ciclista de mayor experiencia, la neerlandesa Marianne Vos⁹, seguida de la belga Lotte Kopecky; fuera del podio se quedó la húngara Kata Blanka Vas.

El medallero del ciclismo en ruta fue el reflejado en la tabla 3.



Los primeros ataques en la prueba de fondo masculina comenzaron sobre la carretera, en torno al km 200



Remco Evenepoel hace historia ganando el oro de fondo en carretera ocho días después del de contrarreloj



Ciclismo en ruta femenino: La estadounidense Faulkner (maillot blanco, parte superior izquierda de la imagen, junto a los rótulos de la televisión) se marcha a por el oro mientras sus tres compañeras de fuga dudan unos segundos.

9 Marianne Vos: plata en la prueba de fondo en carretera en París 2024 y oro en Londres 2012. Había sido oro en puntuación (velódromo) en Pekín 2008.



Atletismo

En este deporte, para muchos el rey de los Juegos, se desarrollaron cuarenta y ocho (48) pruebas, de las que cinco (5): maratón (masculino y femenino) y marcha (masculino, femenino y relevo mixto) se llevaron a la carretera.

Primero llegó la marcha, sobre un circuito con planta en forma de L y un kilómetro de longitud en los alrededores de la torre Eiffel, que hacía la prueba un tanto monótona¹⁰ para el espectador televisivo.

A las 07:30 del 1 de agosto, salieron los hombres, la prueba discurre con bastante compacidad en los lugares cabeceros hasta que en el último kilómetro se formó un selecto grupo de cuatro atletas del que se descolgó el italiano Massimo Stano¹¹. El ecuatoriano Daniel Pintado impuso un ritmo que solamente pudieron seguir el brasileño Caio Bonfim (a catorce segundos en meta) y el español Álvaro Martín (dos segundos después de la plata).

Algo más de dos horas después, a las 09:50, tomaron la salida las mujeres. Al amanecer se había producido una tormenta y a esta hora con el sol ya alto, se estaba generando una importante evaporación, que motivó que la prueba femenina discurre con una fuerte sensación de bochorno. La china Jiayu Yang comenzó a distanciarse de las demás marchadoras en el km 6 y ya sacaba más de medio minuto a un selecto grupo de diez marchadoras a mitad de prueba. La española María Pérez fue capaz de salir del grupo perseguidor en el km 14 para tratar de acercarse a la china (de cuarenta y cuatro segundos de ventaja máxima, la distancia en meta se redujo a quince) y solamente la australiana Jemima Montag y la colombiana Sandra Loren Arenas¹² pudieron seguirla a cierta distancia; la australiana des-



Podio de la prueba femenina de marcha



Los tres medallistas de la marcha masculina en el momento de despegar al cuarto en discordia

colgó poco después a la colombiana y quedó a seis segundos de la plata.

Respecto a Tokio, la marcha había perdido la prueba de 50 km, pero surgía una nueva: el maratón en relevo mixto en que se compite totalizando los 42,195 km de la maratón, con un equipo formado por un hombre que efectúa una primera posta de 11,395 km y una mujer que efectúa la segunda de 10 km, repite el primer atleta con otros 10 km y concluye la atleta de la segunda posta con 10,8 km.

El 7 de agosto y entre caras conocidas en la salida, pues la ma-

yoría habían competido seis días atrás, aguardaba un nuevo formato de prueba, poco previsible. Las tres primeras postas se saldaron con bastante igualdad entre los equipos señeros, así al inicio de la cuarta y definitiva, los medallistas españoles

¹⁰ La celebración de las pruebas de marcha dando numerosas vueltas a un circuito es algo habitual y comprensible si se tiene en cuenta el papel tan decisivo de los jueces que, de este modo, pueden controlar a los marchadores con mayor facilidad.

¹¹ Massimo Stano, fue oro en 20 km marcha en Tokio 2021.

¹² Sandra Loren Arenas, fue plata en 20 km marcha en Tokio 2021.

Tabla 4. Medallero de la carretera: Atletismo

Fecha (2024)	Prueba	Oro	Plata	Bronce
1 de agosto (07:30)	20 km marcha masculina	Brian Daniel Pintado (Ecuador)	Caio Bonfim (Brasil)	Álvaro Martín (España)
1 de agosto (09:50)	20 km marcha femenina	Jiayu Yang (China)	María Pérez (España)	Jemima Montag (Australia)
7 de agosto	Maratón de marcha por relevos mixtos	Á. Martín y M. Pérez (España)	B.D. Pintado y G. Morejón (Ecuador)	R. Cowley y J. Montag (Australia)
10 de agosto	Maratón masculino	Tamirat Tola (Etiopía)	Bashir Abdi (Bélgica)	Benson Kipruto (Kenia)
11 de agosto	Maratón femenino	Sifan Hassan (Países Bajos)	Tigst Assefa (Etiopía)	Hellen Obiri (Kenia)

aventajaban en tres segundos a la pareja ecuatoriana (el relevista era el campeón olímpico) a la que se iba aproximando la australiana (la relevista era el bronce femenino). María Pérez acrecentó la ventaja sobre la ecuatoriana Glenda Morejón (cincuenta y un segundos en meta) y sobre la australiana Jemima Montag (un minuto y siete segundos en meta), que había entrado inmediatamente tras la española en la prueba individual. De los seis medallistas del relevo mixto, cuatro lo habían sido en su prueba individual (los otros dos serían sexta y duodécimo, respectivamente): a los pies de la torre Eiffel había nacido una nueva prueba para la historia del olimpismo con victoria para España.

Tanto María Pérez como Álvaro Martín se habían quedado a las puer-

tas del podio en Tokio (ambos fueron cuartos en sus pruebas individuales de 20 km marcha) y ambos habían sido campeones del mundo de 20 y de 35 km en el mundial de Budapest en 2023, solamente la gloria olímpica se les resistía. Apenas un mes después de entrar en el Olimpo, Álvaro anunció su retirada: el oro en el relevo mixto junto a María, había sido su última prueba.

Concluida la marcha quedaba la maratón, prueba mítica de carrera pedestre sobre 42,195 km que ha escrito algunas de las páginas más notables de la historia olímpica. La prueba se iniciaba ante el ayuntamiento de París, llevaba al palacio de Versalles y volvía a la capital francesa para concluir delante de Los Inválidos, en un recorrido que se quería llenar de simbolismo históri-

co asimilándolo a la *Marcha de las Mujeres sobre Versalles* del 5 y 6 de octubre de 1789. Una zona resultaría clave: la cuesta arriba existente entre el km 28,5 y el 29, en la que se superaba el 10% de pendiente e incluso se llegaba a alcanzar de manera puntual el 13,5 %.

El 10 de agosto tomaron la salida los hombres, con un protagonista indiscutible presente, el keniatá Eliud Kipchoge¹³, a punto de cumplir los cuarenta años, único atleta en condiciones de obtener tres oros olímpicos consecutivos en la prueba más mítica del deporte, y otro protagonista ausente, su compatriota y plusmarquista mundial, único ser humano con visos razonables de poder bajar en estos momentos y por primera vez en la historia de la frontera de las dos horas en competición oficial, Kelvin Kiptum, que acababa de fallecer en un accidente de tráfico. Kipchoge comenzó sufriendo y cuando transitaba por el km 31, ya sin opciones y con fuertes molestias, echó a andar y se retiró de la prueba por primera vez en su carrera deportiva. París enmudecía, una leyenda



Maratón de marcha por relevos mixtos: María Pérez y Álvaro Martín celebran el oro delante de la torre Eiffel, acababa de nacer una prueba para la historia olímpica con victoria española

¹³Eliud Kipchoge cuenta en su palmarés olímpico con cuatro medallas: oro en maratón en Tokio 2021 y Río 2016, así como, en la prueba de 5000 m, plata en Pekín 2008 y bronce en Atenas 2004. Asimismo, fue galardonado en 2023 con el premio Princesa de Asturias de los Deportes, cuya concesión suele entrañar valores adicionales a los méritos estrictamente deportivos.



Maratón masculino: Pocas veces la retirada de un atleta había sido objeto de tanta atención, Kipchoge decía adiós entre los aplausos de un público, al que acabó regalando sus zapatillas y camiseta



Maratón masculino: El oro se decidió muy lejos del final (lo que no suele ser habitual), en una cuesta arriba muy pronunciada

viva decía adiós mientras regalaba al público que le aplaudía detrás de las vallas, su camiseta y sus zapatillas.

Pero la maratón, como la vida misma, continuaba ajena al hecho que se estaba produciendo. Tras un inicio con algún que otro intento de escapada en los primeros kilómetros, el golpe certero lo asestó el etíope Tamirat Tola¹⁴, que salió del grupo en la cuesta arriba mencionada, cuando aún faltaba un tercio de la prueba por completar, una distancia demasiado larga como para tenerlo en cuenta. Lejos de desanimarse siguió marcando un ritmo

constante que muy pocos pudieron seguir, primero un grupo próximo a la decena, del que se fueron cayendo unidades, finalmente solo tres atletas a unos veinte segundos de promedio (que suponen entre cien y ciento cincuenta metros). Sin desfallecer, el etíope mantuvo esta distancia hasta la línea de meta que cruzó tras santiguarse. Le siguió el belga de origen somalí Bashir Abdi¹⁵ y el keniaita Benson Kipruto a trece segundos de la plata.

Tamirat Tola se había metido en los Juegos en el último momento, dos semanas atrás, debido a la le-

sión de su compatriota Sisay Lemma. Este hecho de que Etiopía enviase a un suplente a la maratón y que acabase ganando el oro tenía un precedente: Roma 1960, donde un desconocido soldado de la guardia imperial lo hacía corriendo descalzo por el empedrado de las antiguas vías romanas, Abebe Bikila. En Tokio 1964 volvería a ser oro, ya calzado, pero operado hacía muy poco de apendicitis. El listón está muy alto, veremos si en Los Ángeles 2028 Tola puede repetir la hazaña de su predecesor, aunque sea calzado y sin estar convaleciendo de una operación.

Un día después, la prueba femenina vería uno de los finales más apasionantes que se recuerdan. Tras alguna fuga inicial sin repercusiones serias, la verdadera criba se produjo



Maratón femenino: La campeona olímpica se cuela por el interior en el mismo km 42. La maniobra fue reclamada por Etiopía pero el jurado de apelación la desestimó.

¹⁴ Tamirat Tola fue oro en París 2024 en la prueba de maratón y había sido bronce en la de 10.000 m en Río 2016. Aunque en este artículo únicamente se está mencionando el currículo olímpico de los atletas, Tola había sido campeón del mundo de maratón (Eugene 2022) y subcampeón (Londres 2017), además de haber ganado el maratón de Nueva York (2023). Nació en agosto de 1991, por lo que en los JJOO de Los Ángeles 2028 tendría treinta y siete años.

¹⁵ Bashir Abdi fue plata en París 2024 y había sido bronce en Tokio 2021.

en el mismo lugar que en la prueba masculina, en la cuesta del km 28,5. De ahí en adelante, un selecto grupo formado por dos keniatas, dos etíopes y una neerlandesa (de origen etíope) había decidido que las medallas fuesen cosa suya. Tres de ellas, con no muchos maratones en sus piernas, llegarían en cabeza al último kilómetro y fue en el mismísimo km 42, escuchando ya el griterío de la meta, donde una maniobra de adelantamiento de la neerlandesa Sifan Hassan¹⁶, pegada a las vallas y tocando a la etíope Tigst Assefa (que ocupaba el centro de la calle), le permitió adelantarla¹⁷ por el interior en un esprint propio de otras distancias que le dio la victoria y su sexta medalla olímpica entre Tokio y París. La distancia entre oro y plata fue de tres segundos, la más corta de la historia olímpica femenina de la prueba; el bronce se lo colgó la keniatá Hellen Obiri a quince segundos, quien pese a realizar una carrera antológica no pudo aguantar el último kilómetro de sus dos predecesoras.

Hasta aquí el atletismo olímpico sobre la carretera, el medallero quedó como refleja la tabla 4.



Medallero de la carretera

Como ya solicitamos hace tres años, permítanos el lector de este medio, carretero por antonomasia, establecer un medallero de la carretera en estos Juegos Olímpicos de París 2024.

Se va a seguir el criterio olímpico tradicional (sumamente discutible pero que año tras año se repite) de ordenar los países atendiendo únicamente al número de oros, después de platas y por último de bronce. Treinta y seis medallas en doce pruebas: tres pruebas de triatlón, cuatro de ciclismo y cinco de atletismo, con la clasificación que se detalla en la tabla 5.

La muestra es pequeña por lo que pocas conclusiones realistas se pueden sacar, permítasenos alguna por simple que resulte.

En primer lugar, indicar que solamente dieciséis países (eso sí, de los cinco continentes) están presentes en el reparto de metales en la carretera, por los veintiuno de Tokio y que ninguno obtiene medallas en los tres deportes. El podio de los podios de la carretera sería: oro para Bélgica y plata *ex aequo* para Francia y Gran Bretaña.

Bélgica obtiene la mejor clasificación gracias a una sola persona que ha dominado las pruebas de ciclismo en

ruta de arriba a abajo: Remco Evenepoel, su sola actuación ya habría valido a su país el primer puesto en este medallero virtual, pero ha estado muy bien secundado por el resto de la delegación (otras dos medallas en ciclismo y una en atletismo). Francia, anfitriona del evento, ha brillado en triatlón y ciclismo (dos medallas en cada caso), lo mismo que Gran Bretaña (tres medallas en triatlón y una en ciclismo).

La marcha aípa a España hasta la cuarta posición (con Estados Unidos) del medallero de la carretera y a Ecuador a la sexta (con Países Bajos y Etiopía), país que con dos metales supera su actuación de Tokio donde brilló por el ciclismo.

Un nutrido grupo de países, con una amplia representación en el resto de modalidades olímpicas como Estados Unidos, China, Países Bajos, Italia, Alemania, Nueva Zelanda, etc., siempre están en el medallero de la carretera, mientras que otros, más vinculados a las pruebas atléticas de fondo, como Kenia o Etiopía también han brillado en maratón.

Desde el restablecimiento de los Juegos Olímpicos en 1896, la carretera siempre ha estado en ellos, hoy lo sigue estando. Sus pruebas son algunas de las más espectaculares y emocionantes del programa, y sobre ella se han escrito algunas de las páginas más hermosas del olimpismo moderno ... o al menos así lo creemos algunos de los carreteros ... a los que nos hubiera gustado ser olímpicos alguna vez. ❖

Tabla 5. Medallero de la carretera				
Puesto	País	Oro	Plata	Bronce
1	Bélgica	2	1	2
2	Francia y Gran Bretaña (x2)	1	1	2
4	España y Estados Unidos (x2)	1	1	1
6	Ecuador, Etiopía y Países Bajos (x3)	1	1	0
9	Australia	1	0	2
10	Alemania y China (x2)	1	0	0
12	Brasil, Italia, Nueva Zelanda y Suiza (x4)	0	1	0
16	Kenia	0	0	2
TOTAL (16 países)		12	12	12

¹⁶ El palmarés olímpico de Sifan Hassan resulta impresionante, comprende desde el 1.500 hasta la maratón, a saber: Tokio 2021, oro en 10.000 m y 5.000 m, bronce en 1.500 m; París 2024, oro en maratón, bronce en 10.000 m y 5.000 m.

¹⁷ Esta maniobra de adelantamiento fue reclamada por la delegación etíope que alegaba un empujón que habría desestabilizado a su atleta (quien no podía esperarlo al venir la neerlandesa por detrás). La reclamación fue desestimada por el jurado de apelación.

Rocío Báguena Rodríguez, nueva Secretaria General de Transporte Terrestre

El Consejo de Ministros ha aprobado el pasado 30 de abril el nombramiento de Rocío Báguena Rodríguez como Secretaria General de Transporte Terrestre del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible. Con una sólida carrera dentro del Ministerio, Báguena asume esta nueva responsabilidad en un momento clave para el futuro de la movilidad en España.

Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos por la Universidad Politécnica de Madrid, tras unos años de ejercicio profesional en el sector privado en el ámbito de las carreteras, se incorporó al Cuerpo de Ingenieros de Caminos del Estado en el año 2000. Desde entonces ha desarrollado toda su trayectoria profesional en la administración, con un perfil eminentemente técnico y gestor, que la ha llevado a ocupar puestos de creciente responsabilidad.

Entre 2001 y 2008, trabajó en la Dirección General de Carreteras, primero como técnica superior y más tarde como jefa de servicio, centrada en la seguridad de las infraestructuras viarias. Posteriormente, de 2008 a 2014, fue jefa de área de I+D+i en la Subsecretaría y en la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, donde gestionó programas de ayudas a la innovación en transporte y movilidad y de financiación de actuaciones de rehabilitación de patrimonio histórico español.

En 2014 pasó a ocupar el puesto de consejera técnica en la División de Estudios y Tecnología del Transporte, donde se responsabilizó del impulso y desarrollo del Observatorio del Transporte y la Logística en España. Desde 2018 hasta su reciente nombramiento, ha ocupado el cargo de directora de la División de Estudios y Tecnología del Transporte en la Secretaría General de Movilidad Sostenible, coordinando trabajos de análisis del funcionamiento del sistema de transporte, digitalización, nuevas tecnologías y sostenibilidad.



Además, desde enero de 2023 forma parte del Consejo de Administración de Renfe Operadora.

Con este nombramiento, el Ministerio apuesta por un perfil técnico con amplio conocimiento de las políticas públicas de movilidad y experiencia directa en áreas clave como la innovación, la planificación multimodal y la gestión de infraestructuras. Su llegada a la Secretaría General de Transporte Terrestre refuerza el enfoque técnico e integrador en la transformación del modelo de transporte del país. ❖

Federico Soria, nuevo presidente de ACEX

La Asamblea General de la Asociación de Empresas de Conservación y Explotación de Infraestructuras (ACEX) ha nombrado presidente a Federico Soria, en el marco de una candidatura de consenso. Con una trayectoria de más de tres décadas en el ámbito de la ingeniería civil y la conservación de infraestructuras, asume el cargo con el propósito de reforzar el papel esencial de la conservación viaria como pilar fundamental de la movilidad segura y sostenible.

Como nuevo presidente de ACEX, Federico Soria se ha marcado como prioridades avanzar en la profesionalización del sector, fortalecer la colaboración con los diferentes actores del sector de infraestructuras y promover iniciativas que redunden en la eficiencia de la mejora de las infraestructuras del país. A ello se suma su firme compromiso de “dar visibilidad a la conservación como un servicio esencial, clave para la seguridad vial, la cohesión territorial y la sostenibilidad ambiental, así como con reconocer y poner en valor el trabajo diario que realizan las empresas del sector”.

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos por la Universidad Politécnica de Madrid y MBA por la Escuela Europea de Negocios (EEN). Ha desempeñado cargos de alta responsabilidad técnica en ingeniería civil, con especialización en conservación de infraestructuras viarias, túneles y obras hidráulicas.

Desde 1997, ha desempeñado funciones directivas al más alto nivel en el sector de la conservación, liderando durante más de 28 años un proceso sostenido de crecimiento empresarial en ALVAC S.A. Bajo su liderazgo, la organización alcanzó una posición de referencia en el ámbito de la conservación y diversificó estratégicamente su actividad hacia las concesiones, la obra civil, los servicios urbanos, el mantenimiento integral y el medio ambiente.



La Asamblea ha agradecido de forma especial a Pablo Sáez Villar su dedicación, compromiso y liderazgo al frente de ACEX desde 2008. Gracias a su trabajo constante y su visión, la asociación ha fortalecido su papel como referente en la conservación de carreteras, afrontando con solvencia los desafíos del sector. Sáez deja una organización sólida y fiel a sus principios y con un legado que honra su trayectoria. ❖

Jornada técnica ACEX

La conservación, servicio esencial

Un servicio esencial, aunque muchas veces invisible

En el corazón de Sevilla, en el emblemático Antiguo Convento de Santa María de los Reyes, se ha celebrado recientemente la Jornada Técnica “La conservación, servicio esencial”. Un encuentro organizado por ACEX y promovido y respaldado por la Consejería de Fomento, Articulación del Territorio y Vivienda de la Junta de Andalucía y su Dirección General de Infraestructuras Viarias, que reunió a expertos, técnicos y responsables institucionales y en el cual se reafirmó con contundencia una convicción largamente defendida por el sector: conservar nuestras carreteras es una tarea imprescindible, esencial y profundamente ligada al bienestar colectivo.

A menudo damos por sentado que las carreteras estarán limpias, operativas y seguras, incluso cuando una borrasca paraliza regiones enteras o una pandemia global transforma por completo nuestra forma de movernos. Pero detrás de esa aparente normalidad hay profesionales, planificación y una estructura técnica altamente especializada que sostiene buena parte de nuestra vida cotidiana.

La conservación de esta infraestructura es ese trabajo invisible que permite que todo lo demás funcione. Es seguridad vial, es movilidad sostenible, cohesión territorial y, sobre todo, resiliencia ante la emergencia.



Emergencia del COVID 19, Conservación Barcelona

Y es precisamente esta cualidad — su esencialidad — la que ACEX ha querido poner en valor en una jornada que ha funcionado como un foro de reflexión, análisis técnico y reconocimiento institucional y humano.

Emergencias: cuando la conservación salva vidas

El eje central de la jornada fue la gestión de emergencias. Se han compartido testimonios directos y casos reales: como el deslizamiento en el la A-4129, pk: 3+600, a la entrada de la población de Capileira, donde un amenazaba con el corte de

algunos servicios básicos a la población. La borrasca Filomena que bloqueó buena parte del centro del país y la capital, la pandemia que obligó a redefinir protocolos en tiempo real o la DANA que afectó a Valencia, entre otros lugares, causando enormes daños materiales y numerosas pérdidas humanas. Todos ellos demostraron que conservar infraestructuras no es solo un ejercicio técnico: es una forma de proteger a la población.

Lo que ocurre en una emergencia — las decisiones que se toman, la rapidez con la que se actúa, la coordinación que se logra — puede marcar la diferencia entre el caos y el control,

entre el daño y la prevención. Y todo ello depende de un factor a menudo olvidado: el humano. La experiencia, la formación y la capacidad de reacción de los profesionales que velan por nuestras carreteras son, en última instancia, lo que sostiene este servicio esencial.

Por eso, esta jornada no solo ha sido un espacio para compartir buenas prácticas, sino también para reivindicar la formación continua como piedra angular del sistema.

No es suficiente con tener medios: hay que saber cómo, cuándo y dónde emplearlos. La preparación ante la presión, la capacidad de decisión ante escenarios inciertos y la inteligencia emocional para coordinar equipos en momentos críticos deben formar parte del perfil del profesional de la conservación. Y eso se consigue solo mediante formación, simulacros y espacios de aprendizaje colectivo como esta jornada.

Una mesa con rostro humano

Un momento impactante de la jornada fue la mesa de debate titulada “Gestión de un jefe COEX durante una emergencia”. A través de los testimonios en primera persona de responsables de empresas del sector, se logró dar voz y emoción a vivencias que habitualmente quedan ocultas tras cifras y protocolos.

Cada uno compartió su vivencia en situaciones límite, y todos coincidieron en algo: el mayor reto no fue técnico, sino humano. La capacidad de adaptación, el compromiso con el servicio público y la necesidad de decidir con rapidez sin referencias claras fueron una constante. Como dijo uno de los ponentes, “la conservación no va solo de medios, sino de personas con criterio y vocación”.

La brecha entre la práctica y el reconocimiento legal

Un aspecto especialmente delicado abordado durante el debate fue la falta de reconocimiento jurídico de la conservación como servicio esencial dentro del marco normativo actual. Aunque en la práctica los equipos de conservación deben actuar como tales —interviniendo de forma inmediata ante cualquier emergencia, incluso con riesgos extremos—, legalmente no están recogidos como un servicio esencial en la Ley de Protección Civil.

Esto plantea un conflicto: ¿qué prima en una situación de peligro? ¿La obligación legal de proteger la salud laboral del trabajador o el mandato contractual de garantizar la circulación segura? Este vacío normativo genera indefensión tanto para las empresas como para los operarios, y requiere una revisión urgente por parte del legislador.

Colaboración institucional

La jornada también evidenció la importancia de la colaboración entre administraciones. Desde las comu-

nidades autónomas, diputaciones y ayuntamientos, hasta la Dirección General de Tráfico, pasando por el Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, quedó clara la necesidad de reforzar la cooperación técnica e institucional en materia de conservación.

Ejemplos como el uso de equipos de salmuera para desinfectar calles durante la pandemia, el apoyo en la gestión de tráfico con la Guardia Civil o el suministro de sal a municipios muestran que la conservación no solo mantiene la red viaria, sino que también actúa como soporte logístico en situaciones críticas. Pero para que esta colaboración sea efectiva, debe estar sustentada por una visión compartida y por canales de comunicación ágiles.

La necesaria inversión sistemática

Desde ACEX llevamos tiempo defendiendo que la conservación necesita para su financiación una inversión sistemática. Invertir en conservación es prevenir, es ahorrar en costes futuros, es evitar que una incidencia se convierta en una catás-



Borrasca Filomena, Conservación de la A3 en Madrid



DANA de Valencia: Autovía CV-33 en Torrente (Consellería de Medio Ambiente, Infraestructuras y Territorio de la Generalitat Valenciana)

trofe. Y es, sobre todo, garantizar la sostenibilidad del sistema viario.

Pese a los avances y al esfuerzo reciente del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, con una inversión récord de 1.470 millones de euros en 2023, la inversión media por kilómetro sigue siendo inferior a la de otros países europeos. Esta situación exige un compromiso presupuestario más estable y sostenido, capaz de consolidar un modelo de conservación profesional, eficaz y, sobre todo, justo con quienes lo hacen posible.

Seguridad laboral, un reto pendiente

Otro de los desafíos abordados fue la seguridad de los trabajadores. La conservación de carreteras sigue registrando incidentes laborales graves, especialmente durante actuaciones en vía abierta al tráfico. Desde ACEX trabajamos desde hace años en este ámbito: en 2005 creamos el Premio Nacional ACEX a la Seguridad en Conservación y promovemos campañas como “En la carretera no estás solo”, en colaboración con el Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible y la DGT.

Pero queda camino por recorrer. Es imprescindible avanzar en medidas preventivas, mejorar la señalización, invertir en tecnología que proteja a los operarios y sensibilizar a la ciudadanía sobre la importancia de respetar a quienes trabajan por nuestra seguridad.

Durante la jornada también se recordó la Mención Honorífica Luis Antona otorgada en 2020 a los más de 14.000 operarios que garantizaron la movilidad durante la pandemia. Un gesto que simboliza el espíritu de servicio público que impregna el trabajo de estos profesionales. Porque cuando todo se detuvo, ellos siguieron. Y lo hicieron con entrega, profesionalidad y una responsabilidad que debería ser reconocida con la categoría legal que merece: la de servicio esencial.

Reunión de responsables de conservación

La tarde anterior a la jornada, se celebró la XXIV Reunión de Responsables de Conservación de Carreteras, que reunió a la gran mayoría de responsables de conservación de comunidades autónomas, cabildos,

consells, Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible y SEITT.

Conclusión: conservar es proteger

Como se destacó al cierre de la jornada, conservar nuestras infraestructuras no es una opción. Es una obligación que nos vincula con los valores más profundos del servicio público. Es proteger vidas, conectar territorios, asegurar la movilidad y anticipar el futuro.

Una conservación moderna debe ser resiliente, estar preparada para emergencias, apoyarse en la tecnología y, sobre todo, reconocer el papel insustituible de las personas que la hacen posible. Solo así podremos transformar lo invisible en visible, lo cotidiano en estratégico y lo técnico en verdaderamente humano.

En definitiva, la conservación es una expresión de cuidado hacia una sociedad que necesita moverse con seguridad y saber que, pase lo que pase, siempre habrá alguien en la carretera velando por todos. ❖

Los Ingenieros de Caminos del Estado en la Demarcación de Carreteras de Galicia.

Visión y experiencias de un ingeniero no tan joven

Adolfo Guell

Hoy no ha sido un buen día. Hoy, me he enterado de que ha muerto mi amigo y compañero Andrés Corral para mí uno de los grandes de la ingeniería civil española.

No quiero que este sea un artículo in memoriam de Andrés Corral, aunque seguramente merece más de un recuerdo. Ahora bien, cuando estoy redactando este escrito, me viene a la memoria cuando nos conocimos allá por los 80 y desde el primer instante te hacía estar a gusto y llenaba una conversación con un fino sentido del humor

Sigamos avanzando y hablemos de la Demarcación son los años de Pedro Sanchez Tamayo, Jose Manuel Piris, Angel González del Rio, Eduardo Toba, Ramon Molezun, Narciso González y más muchos más: Angel M. Cela, Álvaro Landeira, Constantino Pato, Federico Saldaña, Marta Latas, por nombrar aquellos con los que había más relación,

Y en eso estábamos cuando los ICCP de nuestra Demarcación empezaron a formar parte de los Comités Técnicos de la AIPCR y ¿qué tal en estos CT? muy bien, muchas gracias Y con el apoyo de los servicios centrales y los documentos por ellos recogidos, se transmitían a los ingenieros jóvenes. Y otras Administraciones de Carreteras, mejorando mucho en la transmisión de información y colaboración técnica

Allí, en uno de los viajes de la AIPCR recuerdo a un ingeniero francés que tenía una gran implicación en los trabajos internacionales de los CT (Comités Técnicos) y que, cuando ya no tenía más preguntas que hacernos le dijo a un ingeniero español Sr. No acabo de comprender que hace usted en el CT de CARACTERISTICAS SUPERFICIALES DE LOS PAVIMENTOS, pero eso si tengo claro es que usted trabajará codo con codo conmigo y al final fluyó el conocimiento y la búsqueda de soluciones entre todos.

¿Y que pasara cuando se vayan estos compañeros? Pues pasará que vendrá gente nueva a echar una mano y vienen, han venido y vendrán. Porque como me dijo un día un capataz recorriendo una obra conmigo, ingeniero las carreteras se hacen con los que vienen. Ya veis que yo comparto esta afirmación

¿Y el futuro qué? A mí me gusta el optimismo y yo soy optimista

Esta claro que los jóvenes están muy preparados y sería interesante potenciar los equipos de jóvenes y maduros dentro de entornos de construcción proyecto y conservación

Y acabo el artículo, sigue lloviendo en Lugo

Andrés estés donde estés, gracias por todo. ❖



Jornadas Nacionales de Seguridad Vial 2025

Alicante, 23 y 24 de abril de 2025

Roberto Llamas Rubio

Ponente General

Durante los días 23 y 24 de abril de 2025 tuvieron lugar las Jornadas Nacionales de Seguridad Vial 2025, bajo el lema “Seguridad Vial 360°. El reto global de las carreteras del futuro”, en la ciudad mediterránea de Alicante, congregando más de 500 profesionales en el Palacio de Congresos de la Ciudad. A continuación, se hace una recapitulación cronológica de su contenido y resaltando las principales ideas extraídas.

Las Jornadas estuvieron promovidas por el Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible y co-organizadas por la Asociación Técnica de Carreteras (ATC) y la Asociación Española de la Carretera (AEC). Se desarrollaron en 10 sesiones técnicas en las que tuvieron cabida 36 ponencias impartidas por excelentes profesionales, y complementadas por 22 comunicaciones impartidas por otros

tantos expertos. Simultáneamente a las sesiones técnicas tuvo lugar una exposición con stands de una decena de renombradas empresas e ingenierías, donde se han mostrado muchos de sus desarrollos, experiencias, productos y novedades tecnológicas, suponiendo un interesante repertorio de soluciones que complementaron magníficamente los asuntos abordados en cada sesión.

Por otro lado, reseñar que, al inicio de este evento, que, si bien versaba sobre la siniestralidad por accidentes de tráfico, se tuvo un entrañable recuerdo para con todas las víctimas de la DANA que recientemente asoló con especial virulencia la Comunidad Autónoma Valenciana, donde se celebraban estas Jornadas.

Tras ese breve paréntesis de reconocimiento, se continuó con el **acto inaugural**. Actuó como maestro

de ceremonias el ponente general de las Jornadas, poniendo en valor la idoneidad de estas Jornadas, cuya oportunidad viene refrendada por estar en un momento de estancamiento en el descenso de la accidentalidad y ser necesario un nuevo impulso para revertir esta situación. Se configuran pues como un punto de partida en torno al que se tratarán aspectos esenciales que atañen a la seguridad en carretera, y las conclusiones que de estas Jornadas se deriven, se presumen como decisivas para poder afrontar las cuestiones clave con buenas perspectivas de éxito, de forma que permitan garantizar una movilidad más segura en los años venideros.

En el acto inaugural participaron ilustres autoridades y representantes de Instituciones locales, autonómicas y estatales, a las que se agradece

ció su participación en este evento, dada sus apretadas agendas, pero que con su compromiso con la seguridad vial y con la celebración de un evento de esta magnitud, hicieron posible su presencia.

También se expresó el agradecimiento a las Instituciones y a la treintena de empresas Patrocinadoras y Expositoras (¡¡un récord histórico!! en un evento de estas características) que habían apoyado estas jornadas, y, por supuesto también, el reconocimiento a los ponentes y autores de las comunicaciones que participarían durante estos dos días.

Tras la sesión inaugural, se dio comienzo a la **primera sesión técnica**, en la que se abordaron las hojas de ruta de las administraciones autonómicas de carreteras en materia de seguridad vial. Hojas de ruta, en las que están muy presente el objetivo comunitario de reducir los accidentes y sus consecuencias drásticas a la mitad en el 2030 y, donde tienen un especial protagonismo los colectivos de usuarios vulnerables. Quedó patente que los titulares de nuestras carreteras tienen claro el camino a seguir, las medidas a adoptar y las actuaciones a ejecutar y disponen de una planificación adecuada para llevarlas a cabo de forma progresiva y secuencial. Actuaciones que están alineadas con el Plan Estratégico Nacional de Seguridad Vial y que, bajo el prisma del enfoque seguro, persiguen alcanzar el anhelado objetivo de “cero” fallecidos y víctimas graves en accidentes de tráfico para el año 2050. Las hojas de rutas establecidas en la lucha contra la accidentalidad, donde se evalúan los resultados y se aplican las lecciones aprendidas, están claras, pero también se ha revelado como una realidad insoslayable que esos buenos deseos, esas buenas intenciones no conducen a nada si no se materializan en acciones concretas y para ello es necesario invertir (que no gastar) en la



Integrantes de la mesa de inauguración.



Primera sesión: Hoja de Ruta en la Seguridad Vial en las administraciones autonómicas de carreteras

carretera. Sin inversión en mejorar las infraestructuras, todas esas buenas intenciones y grandes anhelos se verán frustrados y no trascenderán en nada positivo. Así pues, se reclama una mayor y eficiente inversión en actuaciones en infraestructuras, en medidas específicas para reducir la siniestralidad vial en nuestro país.

Y teniendo presente este clarividente y gran axioma, se dio paso a la **2ª sesión** en la que se mostraron algunos de los instrumentos más recientes y necesarios para optimizar la rentabilidad de estas actuaciones de seguridad y poder priorizarlas según el nivel de riesgo existente en cada uno de los diferentes tramos

de carreteras. Así pues, es tarea inmediata el evaluar la seguridad de nuestras infraestructuras para identificar aquellos tramos que dispongan de un menor nivel de seguridad, tal como preconiza la Directiva 2019/1936. Esta evaluación se trata de un procedimiento novedoso, que no sustituye del todo a los anteriores, pero sí que los debe integrar. Se revelaron y argumentaron los aspectos cuestionables o puntos débiles de las orientaciones metodológicas “voluntarias” dadas por la Comisión para estas novedosas evaluaciones, concluyendo que los parámetros considerados por ésta eran escasos y los umbrales inadecuados, por lo que



Segunda sesión: Evaluación y clasificación de la seguridad e Inspecciones Viarías



Tercera sesión dedicada a comunicaciones libres

los de los países miembros. Proceso que se reiterará quinquenalmente, por prescripción de la Directiva europea.

Este tipo de evaluaciones todavía no se han realizado por las otras Administraciones de carreteras españolas, pero si las recogen en su hoja de ruta, adaptando su “timing” a sus capacidades y disponibilidades presupuestarias. Pero no por ello han estado en un periodo de inacción, sino que han realizado otro tipo de análisis y han ejecutado actuaciones para mejorar la seguridad en sus redes viarias. Se tuvo la ocasión de conocer sus experiencias en este sentido de la mano de representantes de la Generalitat Valenciana y de la Junta de Andalucía.

Los resultados de otro de los procedimientos propugnados por la Directiva, las inspecciones periódicas de seguridad, igualmente fueron reflejados en otra de las ponencias para concluir con esta sesión, en la que también se apuntaron algunas de las lecciones aprendidas en la aplicación de esta herramienta en la totalidad de la red de carreteras estatales. Estas inspecciones, que se realizarán periódicamente cada seis años, persiguen identificar elementos susceptibles de mejora mediante pequeñas actuaciones de mantenimiento (ESMAN). Se revelaron los resultados de las primeras realizadas en la totalidad de la red estatal de carreteras (RCE), siendo numerosos los ESMAN identificados, unos 70.800 lo que supone casi unos 3 (2,7) ESMAN por km de vía, pero también que actualmente ya se cuenta con aproximadamente la mitad de ellos corregidos.

A continuación, se dio paso a la primera de las dos sesiones dedicadas a comunicaciones libres, la **sesión 3**, donde se tuvo la ocasión de escuchar 13 interesantes intervenciones. En ellas se puso de relieve

no reflejaban de forma adecuada el nivel de seguridad real de las carreteras. Dicha controversia mantenida por la mayoría de los países con la Comisión, realmente muy discrepantes con ellas, es lo que ha motivado que, en su generalidad, no hayan seguido la guía metodológica orientativa propuesta por la Comisión. Consecuentemente, se presentó la metodología de evaluación española desarrollada por el Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible y aplicada en aproximadamente la mitad de las carreteras estatales, unos 12.500km, que respeta los principios y axiomas de la Directiva pero que considera más y mejores variables y unos umbrales críticos mejor adapta-

dos a cada una de ellas, y se mostraron los resultados obtenidos. Un total de unos 200km resultaron con una clasificación de su nivel de seguridad medio o baja; es decir el 1,6% de la red analizada, no habiendo tramos resultantes con una clase 5 o de nivel de seguridad muy bajo o pésimo. En estos tramos con nivel algo más baja se llevarán a cabo inspecciones detalladas para determinar las mejores medidas a realizar para aumentar su nivel de seguridad, tal como preconiza la Directiva. También se recordó la obligatoriedad de trasladar los resultados obtenidos en esta primera evaluación a la Comisión Europea antes de finales de octubre de 2025, quien publicará un mapa on line con todos

la importancia de las herramientas de gestión de la seguridad vial, abordando las auditorías urbanas y la evaluación de las carreteras y la problemática de la desfragmentación del hábitat generado por las infraestructuras, así como nuevas soluciones tecnológicas para la reducción del riesgo de accidentes, tales como el cruce inteligente, sistemas inteligentes de invasión y alerta para garantizar la seguridad en la zona de trabajo durante las actividades de conservación, nuevas prestaciones de marcas viales y novedosos equipos de marcación vial y diferentes tipologías de sistemas de contención, más prácticas y sostenibles, descubriendo, además, el gran potencial y utilidad de las simulaciones numéricas para evaluar el comportamiento de sistemas de contención de vehículos en situaciones reales, reguladas por la norma EN 16303.

Tras el almuerzo de este primer día, durante el cual se pudo también departir impresiones y visitar los stands de la exposición, se continuó con la **4ª sesión**, una de las 2 sesiones dedicadas a los usuarios vulnerables. Esta primera ocasión estuvo centrada en los peatones y ciclistas. Son éstos un colectivo que desgraciadamente en los últimos años se ha visto incrementada su participación en la siniestralidad de nuestras carreteras. No es algo exclusivo en España, sino que también es una tendencia en el conjunto europeo. De hecho, el 40% de los fallecidos en accidentes de tráfico en la Unión Europea son usuarios vulnerables (incluidos peatones, ciclistas y motociclistas). Sólo los peatones representan el 17% de los fallecidos frente al 22% en España. Esto significa que nuestro país ocupa la 1ª posición en el ranking de países europeos de víctimas mortales de peatones.



Se comenzó desgranado, por parte de la secretaria del Comité de Seguridad Vial de la ATC, la problemática concreta en España de los peatones en zonas interurbanas, que vienen a representar en este tipo de vías algo más del 10% del total de fallecidos en accidente de tráfico y la mitad de ellos (el 51%) tienen lugar en autopistas y autovías. Y fruto de la preocupación por este colectivo se dio a conocer el planteamiento que está desarrollando dicho Comité, para conocer con más detalle los problemas asociados y poder extraer unas conclusiones y recomendaciones/medidas para aumentar la seguridad de los peatones en nuestras vías. Se llamó la atención que el 45% de los peatones fallecidos en vías interurbanas habían dado positivo en alcoholemia.

Posteriormente, se mostraron ejemplos de realizaciones de actuaciones de humanizaciones de travesías y protección de usuarios vulnerables en la red estatal. Se persigue con ellas hacer más amables a las carreteras en su paso por un entorno más urbano, facilitando una mayor integración de las vías en las ciudades, acomodando o calmando el tráfico automovilístico a la mayor actividad de los usuarios no motori-

zados, que son los más vulnerables ante un posible atropello o impacto con un vehículo. Muestra de este tipo de realizaciones, se expuso la experiencia concreta llevada a cabo en dos casos concretos, en la penetración de la carretera nacional N-125 en la ciudad de Zaragoza y en la N-232 en Alcañiz. El impulso de estas actuaciones de humanizaciones se está materializando gracias a la financiación europea a través de los fondos Next Generation y el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR) en su componente 1: Movilidad Sostenible, segura y conectada en entornos urbanos y metropolitanos (humanización de travesías) y la Componente 6: Movilidad Sostenible, segura y conectada (protección de usuarios vulnerables).

También se abordó en esta sesión la problemática de la seguridad de los ciclistas, otro colectivo vulnerable al que se le está prestando mucha atención por parte de todas las administraciones de carreteras. Primeramente, un buen aficionado y practicante del ciclismo y responsable de la red de carreteras de la Diputación de Valencia intervino para exponer unas interesantes reflexiones sobre la seguridad de los ciclistas. Hizo hincapié en la impor-



Quinta sesión: Usuarios vulnerables: Motociclistas

tancia de independizar el ciclismo deportivo del resto (recreativo, trabajo,...) a la hora de buscar soluciones ya que presentan problemáticas muy diferentes; pues, aun siendo amateur, se trata de una actividad muy competitiva, por lo que siempre circularán por la plataforma de la carretera. Por el contrario, los otros tipos son más proclives a evitarla. También recomendó el evitar la práctica del ciclismo por la red estatal de carreteras por el elevado tráfico y velocidades que soporta. Asimismo, apuntó como elemento clave para solucionar el problema de la convivencia ciclista-automóvil el “respeto” mutuo, resaltando también el del ciclista hacia el automovilista pues a veces se les olvida!!!.

Se complementó esta sesión con la intervención del representante de la Diputación de Alicante, responsable de servicios e infraestructuras, que esbozó el manual de criterios de diseño de vías ciclopeatonales del que disponen y mostró algunas experiencias prácticas de realizaciones en este ámbito. Igualmente, completando lo ya abordado previamente, se detallaron otras actuaciones concretas llevadas a cabo en la red estatal de la Demarcación de Asturias. Mostró su experiencia en sendas peatonales y en el refuerzo

de señalización en el Camino de Santiago. Asimismo, realizó un análisis crítico y certero sobre la efectividad de la señal inteligente de advertencia a los automovilistas de la presencia de ciclistas en el tramo por el que se circula, aplicado concretamente en zona de túneles. En este sentido, concluyó, que, si bien se trata de una buena medida, todavía hay aspectos mejorables para evitar o eliminar falsos positivos; una tarea que ha quedado encima de la mesa de los desarrolladores de tal iniciativa para su rápida resolución.

Y ya en la última sesión de este primer día de las Jornadas, la **sesión 5ª**, se abordó la problemática de los otros integrantes del colectivo de usuarios vulnerables de las carreteras, los motociclistas. Primeramente, intervino el representante y líder del grupo de trabajo existente sobre este tema en el seno del Comité de Seguridad Vial de la ATC, quien, partiendo de la premisa de que la moto es 18 veces más peligrosa que el coche y que los fallecidos en motocicleta suponen el 27% de los fallecidos en carretera en España, existe un amplio muestrario de diferentes y mostró novedosas medidas sobre la infraestructura que se están llevando a nivel nacional e internacional, así como su

idoneidad y casos en los que son más efectivas cada una de ellas. Recomendó evitar los sucesivos repintados (superpuestos) de las marcas viales ya que son peligrosos para el motorista y es por ello que, en algunos países europeos, a partir de un determinado espesor es obligatorio levantarlas (eliminar/fresar) y volver a pintar. Asimismo, apuntó la importancia de trazados previsibles con suficiente antelación en las curvas, ya que, especialmente, aquellas con radios variables decrecientes son muy peligrosas, por ser inesperadas (sorpresa) para el motorista y haciendo muy difícil una buena trazada.

Se abordó posteriormente en esta sesión la estrategia para mejorar la seguridad de los motoristas seguida por la CCAA de Madrid, mostrando algunas de las iniciativas y realizaciones llevadas a cabo con éxito, tales como proyectos piloto sobre firmes de alta adherencia o sobre la trazada segura, y planteando las futuras líneas de actuación. Ello permitió confirmar la preocupación que ésta y, en general, todas las administraciones tienen por incrementar la seguridad de este colectivo que, desgraciadamente, está in crescendo en las estadísticas de siniestralidad. Las novedades en los elementos de seguridad pasiva y de los dispositivos embarcados en las propias motocicletas fue otro de los temas interesantes que se abordaron en esta sesión. Especialmente sorprendente fueron los resultados expuestos de la investigación llevada a cabo por la Universidad de Mú-nich sobre la efectividad de los airbags para motociclistas, a través de su evaluación biomecánica. Se trata de un elemento de seguridad pasiva importante y que se antoja como trascendente para la futura seguridad de los motoristas, pero aún le queda un periodo de maduración en su desarrollo para que su efecti-

vidad sea mayor a altas velocidades de circulación; ya que, en la actualidad, según los ensayos realizados, son realmente efectivos para velocidades de 30km/h. No obstante, se planteó y justificó ciertas dudas metodológicas sobre la idoneidad del actual ensayo de evaluación de estos dispositivos (basados en la EN 16214), propugnado un cambio basado en criterios biomecánicos.

Por otro lado, muchos son los dispositivos o ayudas electrónicas de seguridad (ARAS) mostrados por el representante de la patronal de fabricantes de las dos ruedas, que ya llevan dispuestas en las motos más modernas o que pueden incorporarse. No obstante, demandó ayudas de la Administración española para poder extender estas ARS, dado el actual envejecimiento del parque automovilístico español, y recomendó a las administraciones de carreteras el que dispusiesen o contasen en sus equipos técnicos de motoristas experimentados, especialmente para las auditorías de seguridad, por su mayor conocimiento y sensibilización, para mejorar la calidad de soluciones hacia este colectivo.

Y como colofón a esta sesión, se tuvo la oportunidad de conocer de primera mano la visión que los usuarios (los propios motoristas) tienen al respecto sobre todo lo tratado, visión siempre valiosa y necesaria conocer. Para ello se contó con la participación de la principal asociación nacional de motociclistas, que reivindicó sus peticiones principales a las correspondientes autoridades concernientes. Así, demandó la implantación de sistemas de protección de motociclistas (SPM) homologados de acuerdo con la nueva versión del 2017 de la norma UNE 135900 y, en consecuencia, activar un plan para ir adaptando los existentes a estos más modernos. Igualmente demandó una formación



Sexta sesión: Carreteras indulgentes

avanzada en la conducción motera ya que, según él, actualmente no se dispone en las autoescuelas y el 70% de los siniestros de motociclistas podrían haberse evitado con una debida formación específica. En cuanto a las marcas viales para la trazada segura de los motoristas, se mostró reticente a dicha denominación (por cuanto dependiendo de la experiencia del conductor, del tipo de moto, la velocidad, etc, puede haber distintas trazadas) y abogó y se mostró favorable a ellas siempre y cuando sólo indicasen por donde no deben acercarse y no por donde debe hacerse la trazada segura. Reivindicó también unos diseños en el trazado más previsibles y con una mayor anticipación por las mayores dificultades "físicas" de la conducción de las propias motos (en el giro) así como la limpieza y adherencia de la calzada, como elementos esenciales para su colectivo, y pidió además mayor empatía hacia los propios motociclistas y de más sentido común por parte de todos como aspectos fundamentales para mejorar la seguridad del colectivo motero. Por último, sugirió realizar jornadas de puertas abiertas con las administraciones para poder conocer de primera mano las actuaciones que éstas llevan a cabo en pro de la seguridad motera

así como los problemas con los que se encuentran y, viceversa, conocer las impresiones y reivindicaciones de los motociclistas.

La sesión matutina del segundo día, la **sesión 6ª**, dio comienzo con el tema de las carreteras indulgentes o benignas; concepto no novedoso, pero si muy alineado con el nuevo enfoque seguro de la seguridad; se trata de concebir o diseñar carreteras donde se minimicen las consecuencias de los errores humanos y se reduzcan la gravedad de los accidentes. Es decir, carreteras donde algunos despistes, distracciones o errores cometidos por los conductores, sea la propia vía la que les dé la opción de recuperar el control del vehículo y, en cualquier caso, que dichos errores humanos no conlleven biunívocamente consecuencias funestas. Bajo este prisma, se comenzó con abordar las experiencias de las denominadas carreteras 2+1 y plantear las luces y sombras de esta solución. Solución o alternativa que se reveló no como la panacea sino como una opción más a considerar y que para determinadas casuísticas, tráfico, congestión, coste, etc, constituye una buena solución.

Continuando con este concepto de carreteras indulgentes, el



y se disertó sobre las realizaciones llevadas a cabo, las características con las que se han construido y las experiencias obtenidas. En este sentido, se apuntó el buen funcionamiento general, con un uso bastante frecuente por los usuarios, pero se puso de manifiesto la necesidad de ejecutarlos con una mayor amplitud que la mínima recomendada por la normativa de trazado, especialmente en lo que respecta a las longitudes de las cuñas o carriles de entrada y salida a los mismos. También se apuntó el evitar trazados en curva y prestar especial atención a disponer de una buena visibilidad a la hora de tomar la decisión donde ubicar estos elementos de seguridad, utilizables ante una parada imprevista o avería; asimismo, deben complementarse, especialmente los apartaderos de emergencia, con una adecuada señalización de advertencia de su presencia a los automovilistas para su adecuada utilización y prevención de riesgos asociados a los mismos.

Seguidamente se dio paso a la **7ª sesión** dedicada a la fauna y su implicación en la siniestralidad vial. Se comenzó cuantificando la problemática de los atropellos de animales en España y pasando revista a un elenco de medidas internacionales para prevenir estos atropellos. Por una parte, el representante de la DGT se centró en el análisis de la accidentalidad registrada por los agentes policiales, que se ha visto duplicada en la última década, alcanzando una cifra superior a los 36.712 accidentes, lo que supone aproximadamente un tercio de todos los accidentes viales, contabilizados en España. Afortunadamente sólo el 1,78% de los accidentes con animales ocasionan víctimas humanas, en su inmensa mayoría leves. Además, el jabalí es la especie más frecuentemente involucrada (el 41,2% de los casos) y también con

disponer de márgenes seguros es un axioma importante. Y bajo esta perspectiva, y la coexistencia de los tradicionales automóviles de combustión con los cada vez más numerosos vehículos eléctricos o híbridos (más pesados y con un centro de gravedad más bajo que aquellos), se tuvo ocasión de conocer la influencia de éstos en el comportamiento de los sistemas de contención o barreras de seguridad. Se revelaron los resultados de ensayos llevados a cabo mediante impactos de prototipos de estos nuevos vehículos contra diversos modelos de barreras actualmente dispuestos en nuestras carreteras, reflejando un comportamiento indeseable al evidenciar una tendencia a incrustarse por debajo de las vallas de las barreras. Quedó patente la necesidad de seguir estudiando este tema; más ensayos y trabajos serán necesarios, incluso para analizar el comportamiento frente a las barreras con SPM (sistemas de protección para motoristas).

También se tuvo la oportunidad de conocer el comportamiento de alguno de los sistemas de pretiles antiguos que aún persisten en nuestras carreteras, aunque ya descatalogados. Ello gracias a la realización y posterior análisis de una

prueba real de impacto en uno de estos pretiles, bastante usual, denominado perfil tipo "pajarita" (de piezas de hormigón). Realmente se evidenció que su comportamiento no era el esperado ni deseable, desprendiéndose piezas e incluso llegando a incitar a trepar y al vuelco del turismo ensayado. De dicha prueba se derivó y concluyó, como medida de mejora, el instalar en su parte superior una barrera metálica atornillada en cada pieza de hormigón del pretil (tipo pajarita), lo que le confería una mayor continuidad al sistema, minimizando el riesgo de desprendimiento de piezas al vacío y dificultando el trepado del vehículo; en definitiva, dicha barrera superior le confiere al pretil así conformado una semejanza en su comportamiento al de un sistema metálico de ancho de trabajo reducido. Además, el coste de esta solución viene a ser del orden de 2,5 veces inferior al de sustituir el pretil por uno nuevo en los tramos que dispongan este tipo de pretil.

Y se finalizó esta sesión dedicada a las carreteras indulgentes, con el tema de los apartaderos en autovías. Se expuso una panorámica de la situación actual en la red nacional estatal, con un inventariado del número de apartaderos existentes

el mayor número de consecuencias lesivas que conlleva su atropello. Se apuntaron brevemente algunas de las medidas internacionales puestas en marcha para reducir este tipo de accidentes, sin que difieran sensiblemente de las que se están implementando aquí en España, y se lanzó una reflexión sobre la efectividad de la señalización de advertencia de estos peligros de atropellos de fauna, por la proliferación de señales.

Pero el análisis a nivel nacional da una panorámica general del problema, pero debe matizarse y particularizarse para cada tipo de red viaria, dada las diferentes características entre ellas, especialmente entre la red estatal y el resto, y que conllevan problemáticas y medidas diferenciadas. De ahí la dificultad de abordar el problema, y no siempre posible, hacerlo de una forma semejante.

Así pues, como complemento a este análisis general, se tuvo la ocasión de detallar las particularidades del estudio llevado a cabo en la red estatal. Se reveló como fundamental el considerar no sólo los accidentes registrados por los agentes policiales en los estudios o análisis de atropellos de animales sino también tener en cuenta el ingente número de sucesos viales con animales que son recogidos y registrados por los servicios de conservación de las carreteras. Esta información es fundamental para poder tener un mejor conocimiento de esta problemática e identificar con mayor fiabilidad los tramos con mayor riesgo de siniestralidad con animales. Baste señalar que, en la red estatal, aproximadamente ocurren 7 incidentes viales con algún animal cada hora (o lo que es lo mismo 1 cada 10 minutos), y tiene lugar uno cada 400m, a pesar de lo cual afortunadamente no arrojan un número significativo de consecuencias drásticas para



Octava sesión: Novedades en equipamiento viario

las personas (sólo un 0,3% ocasionan accidentes graves -mortales- y el 1,3% de las víctimas personales). Desde un punto de vista de la seguridad de los humanos, también debe tenerse en cuenta el tamaño y configuración del animal en tal identificación. También se reveló como llamativo el elevado porcentaje de participación de los animales domésticos (principalmente caninos, aunque también en menor medida, gatos, y equinos), representando la tercera parte del total de los incidentes (el 32%) y casi la mitad de los accidentes con víctimas ocasionados con animales (el 47%). El aumento de los abandonos de mascotas y la desatención a los rebaños pueden ser factores desencadenantes de esta alta participación de animales domésticos. Un aspecto nada desdeñable y al que hay que prestar atención pues a priori resultaría más fácil de atajar que los provocados por la fauna salvaje.

Asimismo, se planteó una posible modificación del artículo 7.11.2 de la norma 8.1IC de señalización para evitar la sobreabundancia de señales de advertencia de posible presencia de fauna ya que hoy en día, con la normativa en la mano, prácticamente debería estar señalizada toda la longitud de las carre-

teras, al atravesar o colindar éstas con cotos de caza o parques naturales. Y en este sentido, también se abogó por no disponer señales con la especie específica más frecuente en cada tramo (jabalí, ciervos, etc) y utilizar una única, la reglamentaria.

Se mostraron ejemplos de medidas innovadoras para prevenir atropellos de animales (tales como balizas disuasorias, cámaras termográficas, fibra óptica o alfombras electrificadas) y otras específicamente diseñadas para especies salvajes protegidas, como el lince y el oso pardo. Se apuntó como de especial trascendencia el disponer de zonas de escape en las zonas valladas o autopistas y autovías. Y también se puso en valor el papel de las auditorías de seguridad vial como herramienta para garantizar que ya desde la fase de diseño hasta la de obra se contemplen medidas para evitar intrusiones de animales o prevenir su presencia en las vías. Se concluyó mostrando el plan previsto de realizaciones para evitar atropellos de fauna, por un importe superior a los 90 millones de euros, estando ya finalizadas o en ejecución el 54% de las actuaciones previstas.

También representantes de carreteras autonómicas y diputa-



Decima sesión: Seguridad Vial y tecnología

ciones tuvieron ocasión de mostrar sus visiones y experiencias en realizaciones concretas o medidas para atajar este problema generalizado. Tanto por parte de la Junta de Castilla y León como por la de la Diputación Foral de Navarra, se constató la importante incidencia de los atropellos de fauna en la seguridad de sus carreteras y cómo ha aumentado drásticamente en los últimos años. A pesar de ir adoptando medidas paliativas que se mostraron, con ejemplos gráficos/fotográficos de ejecuciones reales, parece que no se consigue atajar completamente esta problemática como consecuencia del incremento experimentado últimamente en la población de la fauna española, por la desertización del campo y quizás también por un exceso de un malentendido proteccionismo animalista. La solución trasciende más allá del ámbito de actuación de los titulares de las vías, con lo que debe involucrarse a la población (mediante campañas específicas) y a los propios responsables del medio ambiente ya que es necesario también, si se quiere ser realmente eficaz, adoptar medidas complementarias de control de la fauna salvaje.

También se pudo observar la perspectiva de las empresas ase-

guradoras ante esta problemática. Una visión con aristas o puntos de vista diferentes a los antes tratados y que conlleva repercusiones económicas muy cuantiosas, derivadas de los daños materiales ocasionados en los vehículos implicados. Los costes medios por los daños corporales por accidentes ocasionados por animales se han multiplicado por 2 en los últimos 5 años y las reparaciones por daños con animales son 2,4 veces más caras. En este sentido, se reveló la llamativa cifra de que el 60% de los vehículos asegurados en España no incluyen la cobertura por daños con animales; es decir, unos 20 millones de vehículos.

La **8ª sesión** estuvo dedicada a las novedades en el equipamiento viario. Primeramente se tuvo la ocasión de conocer las novedades normativas, centradas, básicamente, en los elementos de balizamiento retroreflectantes, nuevas incorporaciones en la señalización vertical así como en la señalización específica de carreteras históricas; y también nos apuntaron los cambios básicos en la revisión que se está llevando a cabo de la Orden Circular sobre los sistemas de contención y sus criterios de implantación; novedades todas ellas que se muestran re-

cogidas en la web del Ministerio de Transportes en su apartado sobre normativa técnica.

A continuación, las asociaciones más importantes en el campo del equipamiento vial mostraron los avances ofrecidos en cada uno de los sectores de fabricantes de señales metálicas de tráfico, sistemas metálicos de protección vial, iluminación y marcas viales.

Previamente al almuerzo de este 2º día, en la **9ª sesión**, se presentaron unas 9 comunicaciones, versando sobre diferentes temas que suscitaron gran interés, al presentar aplicaciones prácticas de gestión de la seguridad vial con técnicas novedosas de utilización del “floating car data” y de la inteligencia artificial, gemelos digitales y medidas contraperceptuales, tecnología BIM y la realidad virtual, así como de soluciones tecnológicas avanzadas de señalización inteligente, tanto para la detección y alerta temprana de la presencia de fauna cerca de la calzada, como señalización conectada con el vehículo autónomo.

Y ya, tras el almuerzo, tuvo lugar la **última sesión** técnica de estas Jornadas, **la décima**, dedicada específicamente a la tecnología aplicada a la seguridad vial. Primeramente, se detalló el novedoso y recientemente aprobado sistema de señalización de incidencias en la vía mediante el denominado cono conectado y que a través de la plataforma DGT3.0 permitirá facilitar en tiempo real información a los conductores sobre la ubicación exacta de obras y otras situaciones o incidencias temporales en la calzada que afecten a la vialidad ordinaria del tráfico. Es mediante la Resolución de 17 de enero de 2025, de la Dirección General de Tráfico, donde se define el protocolo de especificaciones técnicas y requisitos para la conectividad y formato para

el envío de datos al Punto de Acceso Nacional mediante el uso de conos conectados. Se avanzó que por parte de la DGC del MTMS ya se están incorporando en los contratos de conservación las dotaciones necesarias de este tipo de conos conectados para su utilización en las actividades llevadas a cabo en las vías estatales.

Seguidamente, se detallaron diversas soluciones tecnológicas para garantizar la seguridad en las labores de conservación. Existe una gran preocupación por parte del sector (administraciones y empresas) en mejorar, reducir las estadísticas de siniestralidad laboral por atropellos de operarios en labores propias de mantenimiento de las vías. Fruto de ello, se han desarrollado soluciones basadas en sistemas inteligentes de señalización móvil mediante el “aspa flecha conectada”, dispuesta en los vehículos o furgones de vigilancia y que se activa automáticamente, enviando la presencia de operarios en la calzada a los interfaces de comunicación con los conductores o sistemas de gestión de tráfico (ya sea Google Maps, Waze, DGT 3.0 o cualquier otra). Asimismo, se mostraron desarrollos de sistemas inteligentes de protección de los propios trabajadores, englobados bajo la denominación del “trabajador conectado”, que permiten una mayor visibilidad de estos, anticiparse al peligro por intrusiones de vehículos en la zona de trabajo y también adelantar de forma automática el aviso a los trabajadores para que puedan resguardarse.

También se tuvo la ocasión en esta sesión de conocer otros nuevos planteamientos o enfoques a desarrollar para abordar la mejora de la seguridad en las carreteras convencionales de la red estatal a través de aplicaciones tecnológicas que todavía deben ser creadas y



Roberto Llamas, ponente general de las Jornadas

testadas ad hoc para comprobar la benevolencia de los resultados que de ellas se obtengan.

Y ya como colofón a esta última sesión, se abordaron las Smart Roads, el cómo las carreteras inteligentes y el vehículo autónomo pueden contribuir al objetivo de la seguridad vial, el reducir accidentes y sus consecuencias. Se disertó sobre las aportaciones que el vehículo automatizado, la conectividad y la digitalización, monitorización e inteligencia artificial pueden aportar a la seguridad vial y se mostraron algunos ejemplos de aplicaciones actuales y proyectos piloto ya existentes. Se puso el acento en los problemas para garantizar la conectividad total (100%) del vehículo en cualquier lugar y situación y evitar posibles desconexiones, por los inconvenientes que acarrea para la seguridad. Se apuntó que la innovación que mejora la situación preexistente es buena, pero innovar por el hecho de innovar no lo es. Y se finalizó esta sesión resaltando que se deben hacer infraestructuras más seguras, pero no lo son aquellas que mejor resisten los accidentes sino las que los evitan.

Para concluir, se resaltó que estos dos días intensos de trabajo

habían permitido constatar que la seguridad vial, como rezaba el lema de las jornadas, era un reto global, una responsabilidad compartida con toda la sociedad y agentes implicados y que por ello nos atañía a todos, y por tanto debía concebirse bajo un enfoque de 360° para conseguir unas carreteras del futuro muy seguras, donde los accidentes fuesen los mínimos y sobre todo sus consecuencias no acarreasen fallecidos ni víctimas graves.

Se animó a seguir trabajando en pro de la seguridad, dentro de cada uno de los ámbitos de responsabilidad de los presentes, y esperando que estas jornadas hubiesen cubierto las expectativas creadas y confiando en volver a ver a todos en las próximas.

Y se finalizó, con el compromiso por parte del ponente general de ponerse a trabajar ya en la siguiente Jornada, emplazando a todos los asistentes para el 2027 y deseándoles un buen y seguro viaje de vuelta.

Y se dieron por clausuradas las Jornadas Nacionales de Seguridad Vial 2025. ❖

Jornada Técnica

Avances en la Sostenibilidad de los Firmes: El papel clave de las Mezclas Semicalientes



Madrid, 12 de junio de 2025

El pasado 12 de junio de 2025, la Asociación Técnica de Carreteras (ATC) celebró en el Centro de Estudios y Técnicas Aplicadas (CETA) del CEDEX, en Madrid, la Jornada Técnica titulada «Avances en la sostenibilidad de los firmes: El papel clave de las mezclas semicalientes». El encuentro reunió a más de 160 profesionales, empresas y expertos del sector viario, con un claro objetivo:

analizar y debatir el papel de la sostenibilidad en el diseño y ejecución de firmes, en línea con los compromisos de descarbonización, eficiencia y durabilidad que exige la sociedad actual.

La reciente publicación de la Orden Circular 3/2024, relativa al cálculo de la huella de carbono en las etapas A1 a A5 de la construcción o

rehabilitación de firmes, supuso un marco de referencia esencial para el desarrollo de la jornada. Esta normativa, impulsada por la Dirección General de Carreteras, establece la obligatoriedad de considerar y priorizar el uso de mezclas semicalientes cuando exista viabilidad técnica y económica, marcando un punto de inflexión en la forma de abordar los proyectos viarios.

La jornada dio comienzo con la recepción de los asistentes y la bienvenida institucional por parte de Ana Arranz, directora de la ATC, quien presentó a los miembros de la mesa inaugural: Áurea Perucho, directora del CEDEX; Valverde Jiménez Ajo, presidenta del Comité de Firms de la ATC; y Álvaro Navareño Rojo, presidente de la ATC y director técnico de la Dirección General de Carreteras.

Durante la apertura, la coordinadora general de la jornada, Valverde Jiménez Ajo, explicó que muchas de las comunicaciones presentadas habían sido inicialmente propuestas para la jornada de Segovia, celebrada el pasado mes de febrero. Ante la imposibilidad de llevarse a cabo aquel evento, el Comité de Firms decidió aprovechar esta nueva convocatoria para darles la difusión que merecían.

La jornada se estructuró en cuatro bloques temáticos, combinando ponencias técnicas con mesas redondas participativas en las que se dio voz a representantes de la administración, empresas, centros de investigación y universidades. Se fomentó así un espacio abierto al diálogo y al intercambio de conocimiento.

Sesión 1: Diseño de mezclas sostenibles. Durabilidad

Moderada por Valverde Jiménez Ajo, la sesión incluyó tres comunicaciones técnicas presentadas por P. Amo, A. París y M. González, centradas respectivamente en: el sistema compuesto reforzado (SCR) para refuerzo de pavimentos hidráulicos, mezclas descarbonizadas para pavimentos urbanos, y la influencia del ligante en la durabilidad de las mezclas asfálticas.

La mesa redonda contó con la participación de Alejandro Pacios, María Sánchez, Javier Loma y David Almázan. Se abordaron cuestiones clave



Mesa Redonda de la Sesión 1.



Mesa Redonda de la Sesión 2.

como las causas más frecuentes de deterioro de los firmes, la durabilidad media de los pavimentos en servicio, y las estrategias más eficaces para alargar su vida útil. El núcleo del debate se centró en las mezclas semicalientes: definición, ventajas, limitaciones, ajustes necesarios en su formulación y potencial para sustituir a medio plazo a las mezclas convencionales en caliente.

Sesión 2: Nuevos materiales

Coordinada por Alberto Bardesi, esta sesión acogió las ponencias de M.E. Bautista, M.E. Hidalgo y C. Bartolomé, quienes expusieron innovaciones como el empleo de bioligantes,

nuevos cementos ternarios y soluciones bajas en carbono aplicadas a carreteras sostenibles y resilientes.

En la mesa redonda participaron Emanuele Interlando, Paco Vea, Javier Loma y Óscar Herrero, centrando el debate en los aditivos como nuevos materiales clave. Se trataron aspectos como la dosificación en planta, su inclusión en los proyectos, el control de calidad, y la necesidad de contar con información técnica validada. Asimismo, se valoró la combinación entre espumación y aditivación para optimizar resultados.

A media mañana se pudo disfrutar de una pausa para el café, que permitió a los asistentes interactuar y recargar energías para la última sesión.

Sesión 3: Reutilización

Moderada por Javier Payán, esta sesión presentó tres comunicaciones: el uso de asfalto reciclado en la fabricación de suelocemento (H. Pérez-Acebo), la pavimentación sostenible en autopistas (A. Sampedro) y la aplicación de mezclas tipo AUTL “Eco” con monitorización de puesta en obra (R. Martínez).

La mesa redonda, integrada por Carlos Maté, Alberto Prieto, Pablo Álvarez, Anna París y José Luis Peña, abordó los retos actuales del fresado. Se debatieron aspectos como las condiciones que deben cumplir los residuos de otras industrias para ser utilizados en carreteras, el fresado como subproducto, el proceso para obtener las autorizaciones necesarias para la valorización del RA para su inclusión en mezclas bituminosas, y las implicaciones logísticas y económicas de su tratamiento, transporte y valorización.

Sesión 4: Sostenibilidad y reducción de la contaminación

Coordinada por Emilio Criado, esta última sesión incluyó comunicaciones sobre el balance ambiental de las técnicas con emulsión en España (R. Bardasano), el proyecto PERSEUS contra la contaminación acústica (M. Barral), y el desarrollo de pavimentos auto-sensorizados para conservación predictiva (F. Gulisano).

La mesa redonda estuvo formada por Marcos Perelli, Mar Subarroca, Jesús Felipe y Álvaro Celada. El debate giró en torno al significado real de la sostenibilidad en el sector, su compatibilidad con la eficiencia económica y la durabilidad, y la evolución de los métodos para medir la reducción de emisiones y evaluar el impacto ambiental. También se analizó la incorporación de criterios de sostenibilidad en los pliegos técnicos y contratos de obra y conservación.



Mesa Redonda de la Sesión 3.



Mesa Redonda de la Sesión 4.

La jornada concluyó con una clausura institucional en la que se destacó la capacidad del sector para afrontar los retos y oportunidades vinculados a las mezclas sostenibles. Se subrayó la necesidad de un control riguroso en la producción y puesta en obra de estas mezclas, reconociendo que las semicalientes presentan más ventajas que limitaciones.

Se puso en valor el fresado como recurso valioso, aunque sujeto a obstáculos en su gestión. También se señaló la aceptación creciente del uso de residuos de otras industrias, siempre que se garantice la futura reciclabilidad. Así como que el no reutilizar es una pérdida de oportunidad.

Asimismo, se insistió en que la sostenibilidad ya es una realidad tangible,

respaldada por normativa, tecnologías viables y herramientas de medición del consumo energético. Quedó como reto pendiente seguir avanzando en el análisis de la durabilidad de las mezclas para cerrar el ciclo de vida completo.

Finalmente, Valverde Jiménez Ajo, coordinadora de la jornada, agradeció la colaboración de las empresas patrocinadoras —HUESKER GEO-SINTÉTICOS y COLLOSA— así como la participación activa de ponentes, moderadores y asistentes. Concluyó expresando su deseo de que esta jornada sirviera como impulso y referencia para seguir avanzando hacia una infraestructura viaria más sostenible, eficiente y alineada con los objetivos del presente y del futuro. ❖

PRÓXIMOS EVENTOS ATC

La Asociación Técnica de Carreteras tiene previsto los siguientes eventos:

- **I Jornadas Construcción de Carreteras** Pospuesto. Pendiente de nueva fecha
- **Curso práctico-avanzado de utilización DGQRAM** Madrid, 23 y 24 de septiembre de 2025
- **Evento Networking “El nuevo ecosistema de la movilidad eléctrica en las áreas de servicio”** Madrid, 1 de octubre de 2025
- **Curso de formación Incendio en Túneles** Siero (Asturias) 7, 8 y 9 de octubre de 2025
- **Curso Explotación y Centros de Control de Túneles** Madrid, 21, 22 y 23 de octubre de 2025

¿Te gustaría que una foto tuya fuera portada de la revista RUTAS?



Si quieres que una imagen o fotografía aparezca como portada de la revista RUTAS, envía tu imagen junto a su título y autor a:

info@atc-piarc.com

Composición de la Junta Directiva de la ATC

PRESIDENTE:	- D. Álvaro Navareño Rojo
CO-PRESIDENTES DE HONOR:	- D. Juan Pedro Fernández Palomino - D. Pere Navarro Olivella
VICEPRESIDENTES:	- D.ª Paula Pérez López - D. Jorge Enrique Lucas Herranz - D. Pedro Gómez González
TESORERO:	- D. Pablo Sáez Villar
SECRETARIA:	- D.ª M.ª del Carmen Picón Cabrera
DIRECTORA:	- D.ª Ana Arranz Cuenca



VOCALES:

- Designados por el Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible:
 - D. Antonio Muruais Rodríguez
 - D. Álvaro Navareño Rojo
 - D.ª Paula Pérez López
 - D.ª M.ª del Carmen Picón Cabrera
 - D.ª Patricia Sanz Lázaro
- En representación de los órganos de dirección relacionados con el tráfico:
 - D.ª Ana Isabel Blanco Bergareche
 - D. Indalecio Candel González
 - D.ª Estibaliz Olabarri González
- En representación de los órganos de dirección de las Comunidades Autónomas:
 - D. Damaso Arteaga Suarez
 - D. Felipe Cobo Sánchez
 - D. Miguel María García Fuentes
 - D. Alfonso Lujano Jiménez
 - D. David Merino Rueda
 - D. Jesús Félix Puerta García
- En representación de los órganos responsables de vialidad de los ayuntamientos
 - D.ª Margarita Torres Rodríguez
- Designados por los órganos de la Administración General del Estado con competencia en I+D+i:
 - D. Rodrigo Miró Recasens
 - D.ª Laura Parra Ruiz
 - D. Manuel Romana García
- Representantes de las sociedades concesionarias de carreteras:
 - D. Eduardo Arrojo Martínez
 - D. Bruno de la Fuente Bitaine
- Representantes de las empresas de ingeniería:
 - D. José Luis Mangas Panero
 - D. Tom Van Looy
 - D.ª Nuria Vázquez Fustes
- Representantes de las empresas fabricantes de materiales básicos y compuestos de carreteras:
 - D. Cesar Bartolomé Muñoz
 - D. Álvaro Díaz Díez de Baldeón
 - D. Joaquín Izquierdo Matesanz
- Representantes de las empresas constructoras de carreteras:
 - D. Antonio Baamonde Roca
 - D. Carlos Bartolomé Marín
 - D. Javier Loma Lozano
 - D. Francisco Vea Folch
- Representante de las empresas de conservación de carreteras:
 - D. Francisco García Sánchez
 - D. Miguel Cañada Echaniz
- Entre los Socios de Honor:
 - D. Francisco Javier Criado Ballesteros
 - D. José Pablo Sez Villar
- Entre los Socios de Mérito:
 - D. Alberto Bardsi Orue- Echevarría
 - D. Jorge Enrique Lucas Herranz
- Representantes de los Socios Individuales de la Asociación:
 - D. Pedro Gómez González
 - D.ª Anna París Madrona
 - D. Enrique Soler Salcedo
 - D. Ángel Sampedro Rodríguez
- Presidente saliente:
 - D.ª M.ª del Rosario Cornejo Arribas

Comités Técnicos de la ATC

COMITÉ DE VIALIDAD INVERNAL

- Presidente	D. Luis Azcue Rodríguez
- Secretaria	D.ª Lola García Arévalo

COMITÉ DE FINANCIACIÓN

- Presidente	D. José Manuel Blanco Segarra
- Secretario	D. Adolfo Güell Cancela

MOVILIDAD, PLANIFICACIÓN Y DISEÑO

- Presidente	D. Fernando Pedraza Majarrez
- Secretario	D. Javier Sáinz de los Terreros Goñi

TÚNELES DE CARRETERAS

- Presidente	D. Rafael López Guarga
- Vicepresidente	D. Ignacio del Rey Llorente
- Secretario	D. Rafael Sánchez Tostón

CONSERVACIÓN Y GESTIÓN

- Presidenta	D.ª Paula Pérez López
- Secretario	D. Pablo Sáez Villar

FIRMES DE CARRETERAS

- Presidenta	D.ª Valverde Jiménez Ajo
- Secretario	D. Ricardo Bardasano González

PUENTES DE CARRETERAS

- Presidente	D. Emilio Criado Morán
- Secretario	D. José Vicente Martínez Sierra

GEOTECNIA VIAL

- Presidente	D. Manuel Romana García
- Secretario	D. Patricia Amo Sanz

SEGURIDAD VIAL

- Presidente	D. Roberto Llamas Rubio
- Secretaria	D.ª Beatriz Molina Serrano

CARRETERAS SOSTENIBLES Y RESILIENTES

- Presidente	D. Antonio Muruais Rodríguez
- Vicepresidenta	D.ª Laura Parra Ruiz
- Secretarías	D.ª Laura Crespo García D.ª Ana Arcos González

CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

- Presidenta	D.ª Mónica Laura Alonso Pla
- Secretaria	D.ª María del Mar Colas Victoria

DOTACIONES VIALES

- Presidente	D. Álvaro Navareño Rojo
- Secretario	D. Adolfo Hoyos-Limón Cortés

VALOR HISTÓRICO PATRIMONIAL

- Presidenta	D.ª Rita Ruiz Fernández
- Secretario	D. Carlos Casas Nagore

COORDINADOR DE COMITÉS

D. José del Cerro Grau

Socios de la ATC

Los Socios de la Asociación Técnica de Carreteras son:

- **Socios natos:**
 - Dirección General de Carreteras
 - Dirección General de Tráfico
- **Socios institucionales**
- **Socios protectores Tipo A**
- **Socios protectores Tipo B**
- **Socios a título individual:**
 - Socios de Honor
 - Socios de Mérito
 - Socios Individuales
 - Socios Senior
 - Socios Júnior

Socios de Honor

2005 - D. ENRIQUE BALAGUER CAMPHUIS (†)
 2005 - D. ÁNGEL LACLETA MUÑOZ (†)
 2008 - D. JOSÉ LUIS ELVIRA MUÑOZ
 2008 - D. FRANCISCO CRIADO BALLESTEROS
 2011 - D. SANDRO ROCCI BOCCALERI (†)
 2011 - D. JOSÉ MARÍA MORERA BOSCH
 2012 - D. LUIS ALBERTO SOLÍS VILLA
 2012 - D. JORDI FOLLIA I ALSINA (†)
 2012 - D. PEDRO D. GÓMEZ GONZÁLEZ
 2015 - D. ROBERTO ALBEROLA GARCÍA
 2019 - D. PABLO SÁEZ VILLAR
 2020 - D.ª M.ª DEL CARMEN PICÓN CABRERA

2013 - D.ª MERCEDES AVIÑÓ BOLINCHES
 2014 - D. FEDERICO FERNANDEZ ALONSO
 2014 - D. JUSTO BORRAJO SEBASTIÁN
 2014 - D. JESÚS RUBIO ALFÉREZ
 2014 - D. JESÚS SANTAMARÍA ARIAS
 2015 - D. ENRIQUE DAPENA GARCÍA
 2015 - D. ROBERTO LLAMAS RUBIO
 2015 - D. FÉLIX EDMUNDO PÉREZ JIMÉNEZ
 2017 - D. VICENTE VILANOVA MARTÍNEZ-FALERO
 2017 - D. ÁNGEL GARCÍA GARAY
 2018 - D. LUIS AZCUE RODRÍGUEZ
 2018 - D. FERNANDO PEDRAZO MAJÁRREZ
 2019 - D. ÓSCAR GUTIÉRREZ-BOLÍVAR ÁLVAREZ
 2019 - D. ALFREDO GARCÍA GARCÍA
 2020 - D. CARLOS CASAS NAGORE
 2020 - D. ANDRÉS COSTA HERNANDEZ
 2021 - D. ANTONIO SÁNCHEZ TRUJILLANO
 2021 - D. JESÚS DÍAZ MINGUELA
 2022 - D. JORGE ENRIQUE LUCAS HERRANZ
 2022 - D. ÁLVARO PARRILLA ALCAIDE
 2023 - D. JOSÉ MANUEL BLANCO SEGARRA
 2023 - D. FRANCISCO JAVIER PAYÁN DE TEJADA GONZÁLEZ
 2023 - D. FRANCISCO JOSÉ LUCAS OCHOA
 2024 - D.ª ANA BLANCO BERGARECHE
 2024 - D. IGNACIO DEL REY LLORENTE

Socios de Mérito

2010 - D. FRANCISCO ACHUTEGUI VIADA
 2010 - D. RAMÓN DEL CUVILLO JIMÉNEZ (†)
 2011 - D. CARLOS OTEO MAZO (†)
 2011 - D. ADOLFO GÜELL CANCELA
 2011 - D. ANTONIO MEDINA GIL
 2012 - D. CARLOS DELGADO ALONSO-MARTIRENA
 2012 - D. ALBERTO BARDESI ORUE-ECHEVARRIA
 2013 - D. RAFAEL LÓPEZ GUARGA
 2013 - D. ÁLVARO NAVAREÑO ROJO

Socios natos, Socios institucionales y Socios protectores

Administración General del Estado

- DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS. MITMS
- DIRECCIÓN GENERAL DE TRÁFICO. MINISTERIO DEL INTERIOR
- DELEGACIÓN DEL GOBIERNO EN LAS SOCIEDADES CONCESIONARIAS DE AUTOPISTAS NACIONALES DE PEAJE. MTMS
- MITMS, UNIDAD DE CARRETERAS DE CIUDAD REAL

Comunidades Autónomas

- COMUNIDAD DE MADRID
- GENERALITAT DE CATALUNYA
- GENERALITAT VALENCIANA. CONSELLERIA DE MEDIO AMBIENTE, INFRAESTRUCTURAS Y TERRITORIO
- GOBIERNO DE ARAGÓN, DEPARTAMENTO DE VERTEBRACIÓN DEL TERRITORIO, MOVILIDAD Y VIVIENDA
- GOBIERNO DE CANARIAS
- GOBIERNO DE CANTABRIA
- GOBIERNO DE NAVARRA. DEPARTAMENTO DE DESARROLLO ECONÓMICO
- GOBIERNO VASCO
- GOBIERNO VASCO. DIRECCIÓN DE TRÁFICO
- JUNTA DE ANDALUCÍA
- JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN
- JUNTA DE COMUNIDADES DE CASTILLA - LA MANCHA. CONSEJERÍA DE FOMENTO
- JUNTA DE EXTREMADURA. CONSEJERÍA DE MOVILIDAD, TRANSPORTE Y VIVIENDA. DIRECCIÓN GENERAL DE MOVILIDAD E INFRAESTRUCTURAS VIARIAS.
- PRINCIPADO DE ASTURIAS
- XUNTA DE GALICIA. CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE

Ayuntamientos

- AREA METROPOLITANA DE BARCELONA
- AYUNTAMIENTO DE BARCELONA
- AYUNTAMIENTO DE MADRID
- MADRID CALLE 30

Diputaciones Forales, Diputaciones Provinciales, Cabildos y Consells

- EXCMA. DIPUTACIÓN FORAL DE ÁLAVA
- EXCMA. DIPUTACIÓN FORAL DE BIZKAIA
- EXCMA. DIPUTACIÓN DE BARCELONA
- EXCMA. DIPUTACIÓN DE GIRONA
- EXCMA. DIPUTACIÓN DE TARRAGONA
- EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE ALICANTE
- EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE ÁVILA
- EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE HUESCA
- EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE LEÓN
- EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE PALENCIA
- EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE SALAMANCA
- EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE SEGOVIA
- EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE VALENCIA
- EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE VALLADOLID
- CABILDO DE GRAN CANARIA
- CABILDO INSULAR DE TENERIFE
- CONSELL INSULAR DE MALLORCA. DIRECCION INSULAR DE INFRAESTRUCTURAS Y DE ITV

Colegios Profesionales y Centros de investigación y formación

- INSTITUTO CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA
- INSTITUTO DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN DE CATALUÑA (ITEC)
- CENTRO DE ESTUDIOS DEL TRANSPORTE, CEDEX
- ESCUELA DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS DE BARCELONA. CÁTEDRA DE CAMINOS
- UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA CIVIL

Asociaciones

- AGRUPACIÓN DE FABRICANTES DE CEMENTO DE ESPAÑA, OFICEMEN
- ASOCIACIÓN DE EMPRESAS DE CONSERVACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS, ACEX
- ASOCIACIÓN DE FABRICANTES DE SEÑALES METÁLICAS DE TRÁFICO, AFASEMETRA
- ASOCIACIÓN EMPRESARIAL PARA EL DESARROLLO E IMPULSO DE LA MOVILIDAD ELÉCTRICA, AEDIVE
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE FABRICANTES DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, ASEFMA
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE EMPRESAS CONSTRUCTORAS DE ÁMBITO NACIONAL, SEOPAN
- ASOCIACIÓN NACIONAL DE CONSTRUCTORES INDEPENDIENTES, ANCI
- ASOCIACIÓN TÉCNICA DE EMULSIONES BITUMINOSAS, ATEB
- FORO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EL TRANSPORTE, ITS ESPAÑA

Sociedades Concesionarias

- ABERTIS AUTOPISTAS ESPAÑA, S.A.
- ACCIONA CONCESIONES, S.L.
- AUCALSA, AUTOPISTA CONCESIONARIA ASTUR - LEONESA, S.A.
- AUDENASA, AUTOPISTAS DE NAVARRA, S.A.
- AUTOPISTAS DEL ATLANTICO, CONCESIONARIA ESPAÑOLA, S.A.
- CEDINSA CONCESIONARIA, S.A.
- CONCESIONARIA VIAL ANDINA, S.A.S. (COVIANDINA)
- TÚNEL D'ENVALIRA, S.A.

Empresas

- 3M ESPAÑA, S.L.
- A. BIANCHINI INGENIERO, S.A.
- ABALDO COMPAÑIA GENERAL DE CONSTRUCCIÓN, S.A.
- ACCIONA INFRAESTRUCTURAS, S.A.
- ACEINSA MOVILIDAD, S.A.
- AECOM INOCSA, S.L.U.
- A.E.R.C.O., S. A. SUCURSAL EN ESPAÑA
- AGUAS Y ESTRUCTURAS, S.A. (AYESA)
- ALAUDA INGENIERÍA, S.A.
- ALEÁTICA S.A.U.
- ALUMBRADOS VIARIOS, S. A.
- ALVAC, S.A.
- AMIBLU PIPES
- ANTER
- API MOVILIDAD, S.A.
- APPLUS NORCONTROL S.L.
- AQUATERRA SERVICIOS INFRAESTRUCTURAS S.L.
- ARCS ESTUDIOS Y SERVICIOS TÉCNICOS, S.L.
- ASFALTOS Y CONSTRUCCIONES ELSAN, S.A.
- ASFALTOS Y PAVIMENTOS, S.A.
- ASIMOB S.L.
- AUDECA, S.L.U.
- AYESA, INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
- BECSA, S.A.U.
- BENITO ARNÓ E HIJOS, S.A.U.
- BETAZUL, S.A.
- CAMPEZO OBRAS Y SERVICIOS, S.A.
- CARLOS FERNÁNDEZ CASADO, S.L.
- CHM OBRAS E INFRAESTRUCTURAS, S.A.
- CIN VALENTINE
- CINTRA SERVICIOS DE INFRAESTRUCTURAS, S.A.
- COLLOSA
- COMSA INSTALACIONES Y SISTEMAS INDUSTRIALES, S.L.U.
- CONSTRUCCIONES MAYGAR, S.L.
- CONSTRUCCIONES SAN JOSÉ
- CONSTRUCCIONES SARRIÓ, S.L.
- CPS INFRAESTRUCTURAS MOVILIDAD Y MEDIOAMBIENTE, S.L.
- CYOPSA - SISOCIA, S.A.
- DINÁMICAS DE SEGURIDAD, S.L.
- DOYMO S.A.
- DRACE GEOCISA, S.A.
- DRAGADOS, S.A.
- DRIZORO, S.A.U.
- ECOFIRMES IBÉRICA, S.L.
- EIFFAGE INFRAESTRUCTURAS GESTIÓN Y DESARROLLO, S.L.
- EKIONA ILUMINACIÓN SOLAR, S.L.
- ELECNOR SERVICIOS Y PROYECTOS, S.A.U.
- ELSAMEX GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURAS, S.L.
- EMPRESA DE MANTENIMIENTO Y EXPLOTACIÓN DE LA M-30, S.A. (EMESA)
- EPTISA, SERVICIOS DE INGENIERÍA
- ESTEYCO, S.A.
- ETRA ELECTRONIC TRAFIC, S.A.
- ESTRUCTURAS TÉCNICAS Y SERVICIOS DE REHABILITACIÓN, S.L. (ETYSER)
- EUROCONSULT NUEVAS TECNOLOGÍAS S.A.U.
- FCC CONSTRUCCIÓN, S.A.
- FERROVIAL CONSTRUCCIÓN
- FHECOR INGENIEROS CONSULTORES, S.A.
- FIXALIA ELECTRONIC SOLUTIONS, S.L.
- FOROVIAL
- FREYSSINET, S.A.
- GEOCONTROL, S.A.
- GIVASA S.A.
- GPYO INGENIERÍA Y URBANISMO, S.L.
- GRUPO ALDESA S.A.
- HIDRODEMOLICIÓN, S.A.
- HUESKER GEOSINTÉTICOS, S.A.
- IDOM CONSULTING, ENGINEERING, ARCHITECTURE, S.A.U.
- IKUSI, S.L.U.
- IMPLASER 99, S.L.L.
- INCOPE CONSULTORES, S.L.
- INDRA SISTEMAS, S.A.
- INECO, INGENIERÍA Y ECONOMÍA DEL TRANSPORTE, S.A.
- INES INGENIEROS CONSULTORES, S.L.
- INGENIERÍA ESPECIALIZADA OBRA CIVIL E INDUSTRIA S.A.
- INNOVIA COPTALIA, S.A.U.
- INTECSA
- INVENTARIOS Y PROYECTOS DE SEÑALIZACIÓN VIAL, S.L.
- INVESTIGACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD, S.A.U.
- J. A. ROMERO POLO S. A.
- KAO CORPORATION, S.A.
- LANTANIA, S.A.U.
- LGAI TECHNOLOGICAL CENTER, S.A.
- LRA INFRASTRUCTURES CONSULTING, S.L.
- MARTÍN HOLGADO OBRA CIVIL S.L.U.
- MATINSA, MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURAS, S.A.
- METALESA SEGURIDAD VIAL, S.L.
- MOEVE COMMERCIAL
- MULTISERVICIOS TRITÓN, S.L.
- NODO MEGA Z, S.L.
- NTT DATA EUROPE, S.L.U.
- OBRAS HERGÓN, S.A.U.
- OPTIMASOIL S.L.
- ORION REPARACION ESTRUCTURAL, S.L.
- ORYX OBRAS Y SERVICIOS, S.L.
- PABASA EUROASFALT, S.A.
- PADECASA OBRAS Y SERVICIOS, S.A.
- PAVASAL EMPRESA CONSTRUCTORA, S.A.
- PINTURAS HEMPEL, S.A.U.
- PONDIO INGENIEROS, S.L.
- PROBISA VÍAS Y OBRAS, S.L.U.
- PROES CONSULTORES, S.A.
- PUENTES Y CALZADAS INFRAESTRUCTURAS, S.L.U.
- QUIMICA DE LOS PAVIMENTOS, S.A.
- RAVAGO CHEMICALS, S.A.
- RAUROSZM.COM, S.L.
- REPSOL LUBRICANTES Y ESPECIALIDADES, S.A.
- RETINEO, S.L.
- ROAD STEEL ENGINEERING, S.L.
- SACYR CONSERVACIÓN, S.A.
- SACYR CONSTRUCCION, S.A.
- S.A. DE GESTIÓN DE SERVICIOS Y CONSERVACIÓN (GESECO)
- S.A. DE OBRAS Y SERVICIOS (COPASA)
- SEITT. S.M.E., S.A.
- SENER MOBILITY, S.A.U.
- SEÑAL CONFOR, S.L.
- SEÑALIZACIONES VILLAR, S.A.
- SERBITZU ELKARTEA, S.L.
- SERVEO INFRAESTRUCTURAS, S.A.U.
- SGS TECNOS, S.A.
- SIPRO INGENIERÍA, S.A.
- SISTEMAS Y MONTAJES INDUSTRIALES, S.A.
- SOCIEDAD IBÉRICA DE CONSTRUCCIONES ELÉCTRICAS, S.A. (SICE)
- SODECA, S. L. U.
- SOLUTIOMA, S.L.
- SOLER & PALAU VENTILATION GROUP, S.L.U.
- SOLMAX IBERIA S.L.
- SORIGUE, S.A.
- S&P REINFORCEMENT SPAIN, S.L.
- T2S IBERICA, S.L.
- TALLERES ZITRÓN, S.A.
- TECASEM
- TECLIVEN, S.L.
- TÉCNICA Y PROYECTOS, S.A. (TYPESA)
- TECNIVIAL, S.A.
- TECNOLOGÍA DE FIRMES, S.A.
- TEKIA INGENIEROS, S.A.
- TESPA PROTECCIÓN PASIVA, S.L.
- TPF GETINSA EUROESTUDIOS, S.L.
- TRABAJOS BITUMINOSOS, S. L.
- TRS - TYRE RECYCLING SOLUTIONS
- TUNELIA INGENIEROS, S.L.
- TYLIN
- URETEK SOLUCIONES INNOVADORAS
- VIDARA SPAIN
- VIRTON, S.A.
- VISEVER, S.L.
- VLS CONSTRUCTION SYSTEMS
- VSING INNOVA 2016, S.L.
- ZARZUELA, S.A. EMPRESA CONSTRUCTORA

Socios Individuales, Senior y Junior

Personas físicas (61) técnicos especialistas de las administraciones públicas; del ámbito universitario; de empresas de ingeniería, construcción, conservación, de suministros y de servicios; de centros de investigación; usuarios de la carretera y de otros campos relacionados con la carretera. Todos ellos actuando en su propio nombre y derecho.



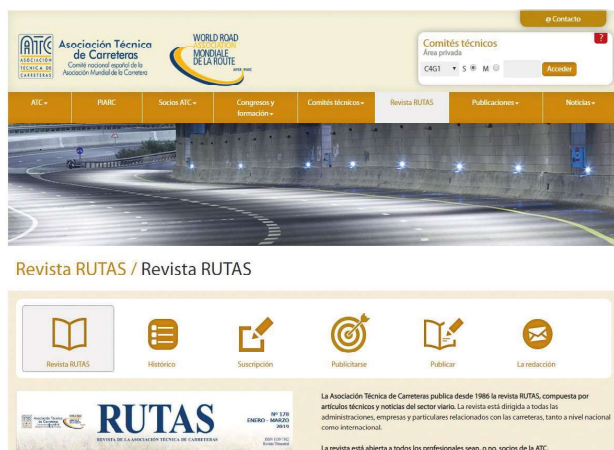
RUTAS

REVISTA DE LA ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS



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

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



www.atc-piarc.com/rutas

Si quiere anunciarse en **RUTAS** póngase en contacto con nosotros:

Tel.: 91 308 23 18 info@atc-piarc.com www.atc-piarc.com

La revista RUTAS ofrece la posibilidad de publicar aquellos trabajos o artículos del sector de las carreteras que resulten de interés.

Los artículos deberán enviarse por correo electrónico a la dirección info@atc-piarc.org

El Comité Editorial de la revista RUTAS se reserva el derecho de seleccionar dichos artículos y de decidir cuáles se publican en cada número.

PORTADA RUTAS:

Si quiere que una imagen o fotografía aparezca como portada de la revista RUTAS, consultar en info@atc-piarc.com



“EL SABER NUNCA HA ESTADO TAN CERCA”



Descubre más en
www.atc-piarc.com