

REFLEXIONES

Comportamientos y seguridad: Análisis y reflexiones de un ingeniero conductor sénior

RUTAS TÉCNICA

Análisis de la accidentalidad con víctimas, en zona de obras, en tramos interurbanos de las carreteras españolas, en el periodo 2000 a 2017

Texturas superficiales para pavimentos de hormigón de próxima generación con baja sonoridad (NGCS)

RUTAS DIVULGACIÓN

Soluciones para una pavimentación ecológica y materiales sostenibles





Innovar está en nuestros genes

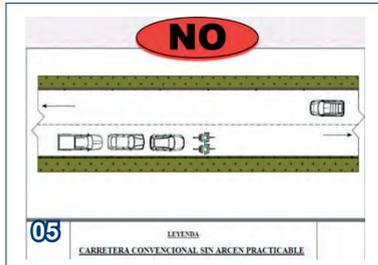
En Repsol, la innovación forma parte de nuestra esencia. Por eso, en el Centro de Tecnología Repsol, dedicamos todo nuestro esfuerzo a la investigación y desarrollo de asfaltos que hacen nuestras carreteras más seguras, eficientes y sostenibles.



REPSOL

Inventemos el futuro

Repsol Lubricantes y Especialidades, S.A.
Más información en [repsol.com](https://www.repsol.com)



Tribuna Abierta

- 03 La Seguridad Vial depende de que no choquemos unos con otros como si fuéramos pollos sin cabeza**

Ignacio García Arango

Reflexiones

- 05 Comportamientos y seguridad: Análisis y reflexiones de un ingeniero conductor sénior**

Oscar Gutiérrez-Bolívar



Rutas Técnica

- 21 Análisis de la accidentalidad con víctimas, en zona de obras, en tramos interurbanos de las carreteras españolas, en el periodo 2000 a 2017**

Analysis of accidents in sections of works on interurban spanish roads over the period 2000-2017 available.

Comité Técnico de Seguridad Vial



- 34 Texturas superficiales para pavimentos de hormigón de próxima generación con baja sonoridad (NGCS)**

Surface Textures for Next Generation Low Noise Concrete Pavements (NGCS)

César Bartolomé Muñoz, Sergio Carrascón Ortiz, Jesús Díaz Minguela, Ricardo López Perona y Rafael Rueda Arriete

Rutas Divulgación

- 53 Soluciones para una pavimentación ecológica y materiales sostenibles**

Anna París Madrona y Jesús Díaz Minguela



ATC

- 59 Proximos Eventos ATC**

- 61 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:

Presidenta:

M^a del Rosario Cornejo Arribas Presidenta de la Asociación Técnica de Carreteras (España)

Vicepresidente Ejecutivo:

Oscar Gutiérrez-Bolívar Álvarez Dirección General de Carreteras, MITMA (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)
Mariló Jiménez Mateos	Jefa de Área Técnica Estudios, MITMA (España)
María Martínez Nicolau	Directora Técnica de Innovia-Coptalia (España)
Félix Pérez Jiménez	Catedrático de Caminos de la Universidad Politécnica de Barcelona (España)
Manuel Romana García	Profesor Titular de la Universidad Politécnica de Madrid (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)
Fernando Varela Soto	Profesor Titular de la Universidad Politécnica de Madrid (España)

Vocales-Representantes de los Comités Técnicos de la ATC:

Rafael López Guarga	Presidente del CT de Túneles de Carreteras
Luis Azcue Rodríguez	Presidente del CT de Vialidad Invernal
Javier Payán de Tejada	Presidente del CT de Firms de Carreteras
Fernando Pedraza Majarrez	Presidente del CT de Planificación, Diseño y Tráfico
Álvaro Parrilla Alcaide	Presidente del CT de Geotecnia Vial
Vicente Vilanova Martínez-Falero	Presidente del CT de Conservación y Gestión
Álvaro Navareño Rojo	Presidente del CT de Puentes de Carreteras
Roberto Llamas Rubio	Presidente del CT de Seguridad Vial
Antonio Sánchez Trujillano	Presidente del CT de Carreteras y Medio Ambiente
Andrés Costa Hernández	Presidente del CT de Carreteras de Baja Intensidad de Tráfico

Redacción, Maquetación, Diseño,

Producción y Gestión Publicitaria:

Asociación Técnica de Carreteras
Tel.: 91 308 23 18 ♦ comites@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 184 JULIO - SEPTIEMBRE 2020

RUTAS

REVISTA DE LA ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS

Fotografía de portada:

Imagen de Barney Elo en Pixabay

La Seguridad Vial depende de que no choquemos unos con otros como si fuéramos pollos sin cabeza

Ignacio García-Arango

Desde que se inventó la rueda el humano siempre movió mercancías y personas de la manera más rápida y segura posible. Ello es evidente para el que vea las características de las vías, desde una calzada Romana hasta una autopista o un AVE

El uso de las carreteras siempre fue importante pero siempre estuvo claro que él no era un fin sino que, como todas las herramientas (desde la educación y la sanidad hasta el transporte) era un medio para conseguir más felicidad para el ser humano. Por ello la dirección de una Sociedad siempre supuso, sobre la base de dar prioridad a su supervivencia, elegir entre bienes alternativos en función de su beneficio social. Eso se hizo desde siempre y tras tener en cuenta los factores determinantes en cada momento. Ahora lo es el medio ambiente pues él es vital para la supervivencia de la actual humanidad.

En el mundo primitivo los asuntos eran pocos y en el extremo “la madre o el padre” sopesaban y decidían.

Ahora las sociedades son grandes y complejas, así como las técnicas más especializadas, al extremo de que se gobiernan a través de muchos departamentos. Ello exige una visión general y una gran disciplina pues cada rama y cada departamento deben ejecutar su misión no otras, aunque crean que su acción a mayores pueda mejorar al Sistema.

Nuestro mundo de las carreteras sólo es una parcela más. Antes planeaban, proyectaban, construían, conservaban, explotaban y gestionaban el tráfico los mismos equipos. Ahora lo hacen varios especializados. En todos hay profesionales competentes, que entienden algo de lo demás y tienden a opinar de ello: por eso en la fase de proyecto los calculistas quieren hacer puentes emblemáticos, por

eso en obra surgen ideas para “mejorar” los proyectos y por eso los que gestionan el tráfico quieren intervenir en el diseño para optimizar sus objetivos parciales.

El responsable (es decir el jefe supremo) de los “asuntos generales” de cada nivel debe reconducir el proceso para que se haga lo globalmente razonable.

Desde otro aspecto, si los gestores son indiscretos y opinan de lo que no deben en público, surgen polémicas que son nimias si son obra de la inconsciencia.

Lo son menos si nacen de un interés, tanto en vender los éxitos ajenos como en culpabilizar a otros de las consecuencias de la propia gestión. De todos modos ello es anecdótico.

El asunto se convierte en serio si es fruto de la intención de cambiar el marco competencial de la legalidad vigente.

Esta perspectiva surge (probablemente de modo bienintencionado y por exceso de celo) en aspectos del trabajo realizado frecuentemente por la DGT, que se apoya en su faceta, en parte, policial para analizar e informar, en plan expansivo, las actuaciones de los organismos competentes en otras materias.

Como medio se utilizan sesgadamente los apartados k y n del artículo 5 y el 2 del 6, de la ley 6/2014, para actuar en asuntos que competen a la Administración, pero no al Ministerio del Interior, que las tiene muy delimitadas a aspectos tales como la regulación y vigilancia del tráfico, los conductores y los administrativos.

El resto de la ley, así como la organización de la propia Dirección General se centran en esto y no en otras actividades que están

atribuidas a la Dirección General de Carreteras en el RD 953/2018, que recoge todos los aspectos del funcionamiento de las vías desde los análisis iniciales, hasta la explotación de las mismas, tras pasar por todos los intermedios, entre ellos la señalización, parte esencial del proyecto de cualquier vía, la seguridad vial, el análisis de los accidentes y el establecimiento de normativas.

Esa intromisión genera multitud de problemas que no están fundamentados ni en competencias ni en conocimientos, pero si en un poder de denuncia que se utiliza para abrir otros caminos distintos a los atribuidos.

A mi juicio es importante abordar el asunto pues es vital trabajar lealmente para alcanzar un tráfico más seguro, así como para conseguir una gestión ambiental y económica

más eficientes dentro de una multimodalidad que cumpla los mismos fines:

Ello exige que cada uno se dedique a lo suyo.

Es fácil de conseguir, salvo el erradicar las interferencias, cuando el logro de los fines lo dirigen diversos mandos sectoriales que buscan sus objetivos bajo esos fines globales únicos y dependiendo todos de un jefe supremo único.

Por ello, es normal que haya varias direcciones generales sectoriales en el ámbito del transporte, lo que no cabe es que no todo obedezca a un mando único.

Por eso es esencial que la Dirección General de Tráfico y la de Carreteras dependan del mismo Ministerio. ❖



Comportamientos y seguridad: Análisis y reflexiones de un ingeniero conductor sénior

Behaviors and Safety: Reflections from a senior driver engineer

Oscar Gutiérrez-Bolívar

El artículo combina experiencias del autor con datos, sobre comportamientos y hábitos de los conductores, y también de las reacciones de los gestores observados a lo largo de los años. De alguna forma, se pretende abordar asuntos que, por alguna razón, se han dejado de lado, bien porque hay otros de mayor calado, o bien porque, realmente, carezcan de relevancia o pertinencia. Las experiencias e intuiciones personales pueden tener o no valor. Pero pueden ser el origen de mejoras, aunque también, puede que no sea el caso. Queda al lector discernir si entra en resonancia o no con las reflexiones y propuestas del autor.

The article combines the author's experiences with data on the behaviors and habits of drivers and the reactions of managers observed over the years. In some way, it is intended to address issues that, for some reason, have been neglected, either because there are others of greater significance, or because, really, they are insignificant or irrelevant. Personal experiences and insights may or may not have value. But they may be the source of improvements, although this may also not be the case. It remains on the reader to discern whether or not she or he resonate with the author's reflections and proposals.

En este artículo no se pretende hacer un análisis riguroso de lo que acontece en las carreteras, sino una reflexión basada en la experiencia, aunque, en la medida de lo posible, se tratará de buscar apoyo en datos. Las observaciones personales suponen un juicio subjetivo, que puede coincidir o no con las experiencias y reflexiones de otros. La resonancia en los lectores de las afirmaciones que aquí se

viertan, tanto para aceptarlas como para rechazarlas, indicaría el grado de cumplimiento del propósito, que no es otro que el de tratar de incitar a una reflexión sobre el comportamiento de las personas en esa actividad tan universal, y sometida a un considerable nivel de riesgo, como es la conducción.

En primer lugar, vaya por delante la consideración de la vida y de la

salud de las personas como un bien supremo por encima de cualquier consideración. Se pretende analizar asuntos que puedan tener incidencia en la seguridad, y que apenas se abordan o que se hace de forma marginal. Se insiste en que el análisis parte de experiencias y reflexiones, que se pretende que estén respaldadas por el sentido común y un cierto nivel de objetividad proporcionada por los datos. La razón

de estas líneas es la de poner la atención sobre ciertos aspectos que pudieran contribuir a mejorarla. Se comprende que las campañas de concienciación se concentren en pocos puntos para ganar eficiencia, pero sería conveniente no olvidar otros aspectos sobre los que, tal vez, habría que incidir o reflexionar.

Por otra parte, no se debería olvidar que el fin fundamental de las carreteras es el de facilitar un medio para que se produzca el transporte. La eficacia en cuanto a sus costes y beneficios es un objetivo que cualquier país debe considerar dentro de su economía. Los tiempos de recorrido, el consumo energético, las emisiones, el empleo, la vertebración y otros muchos factores son determinantes en el bienestar y progreso de un país. No debe olvidarse que el transporte por carretera y las actividades anejas suponen casi un 3% del PIB.

Parece razonable compatibilizar la seguridad y la eficacia de la red de forma ponderada. Además, la seguridad, aparte de otros valores, es también parte de esa eficacia. Pero el riesgo cero, aunque sería deseable, es inalcanzable. Encontrar un balance entre factores como la velocidad y la seguridad es difícil de conseguir con criterios que sean ampliamente aceptados. En un planteamiento descabellado, reducir más y más la velocidad llevaría a que al fin desaparecieran los accidentes, y con toda seguridad... el mismo transporte por carretera. Por eso, convendría incidir sobre todos los factores, que pudieran disminuir los accidentes, sin necesidad de paralizar la actividad.

La tarea de conducir requiere un aprendizaje que no se termina con la obtención de un permiso, sino que, en realidad, son muchísimas las cosas que se aprenden a partir de ese momento. Además, también

hay enseñanzas o normas que no se interiorizan porque no se entienden para qué sirven, otras que se olvidan, y otras que se desconocen. Una labor pedagógica que invite a que los conductores tomen conciencia sobre aspectos que se dan por conocidos, y no lo son, o que, simplemente, nunca se han transmitido de forma sistemática, sería muy eficaz.

Aunque en lo que sigue se pueda cuestionar algún punto del Código de Tráfico y Seguridad Vial, se quiere reconocer que se trata de una construcción inestimable que rebosa racionalidad, sentido común y humanidad (Cano Campos, T, 2010). Ciertamente es que desde la Convención de Viena hay pocas diferencias entre los países involucrados, pero hay detalles del Código que cuando se compara con otras reglas son superiores.

En lo que sigue se abordarán algunos puntos sobre los que se han hecho esas reflexiones a partir de la experiencia, y con algún soporte de datos suministrados.

Principios

Se puede convenir que los principios que deben guiar a las normas, a los encargados de la seguridad vial, claro, al autor, son los que sirvan para salvar vidas. En estos tiempos de pandemia en que el número de muertos han trastocado las sensibilidades, se puede restar contundencia a 1900 muertos y casi 9000 heridos hospitalizados. Sin embargo, salvar, aunque sea una sola vida, merece ya cualquier esfuerzo. La frialdad de las cifras no debe esconder las enormes tragedias y las pérdidas económicas. El principal problema es que la seguridad depende, en una gran cantidad de casos, de las personas. Hay que partir de una idea y es la de que nadie quiere morir o resultar herido, y

con casi la misma seguridad nadie quiere infligir un daño semejante a otros. Se podría aceptar la idea de que la moral responde a las preguntas de qué se debe hacer. Por su parte la ética, que se puede considerar como la reflexión sobre la moral, responde a las preguntas de por qué (Cortina, A; Navarro, E, 2008). Estas premisas se podrían utilizar en este ejercicio. La moral indica que las acciones deben estar encaminadas a evitar hacer daño y la ética muestra cómo y por qué esas acciones evitan el daño.

El arte de conducir, como otras cosas en la vida, tiene partes intuitivas que muchos ven con claridad, mientras otras responden a meras convenciones para llegar a un acuerdo. Pero hay otras que es necesario aprender, o llegar por medio de una reflexión, para lo que no siempre hay tiempo ni ocasión. Por eso la formación y la trasmisión de conocimientos previos son tan útiles, pues dan respuesta a preguntas que tal vez nunca se hubieran formulado. La ética y la moral han evolucionado a lo largo de la historia gracias a las preguntas que otros antes que nosotros se han hecho y han contestado de una forma u otra. Conducir es una actividad que entraña una gran responsabilidad, pues hay mucho en juego. Piénsese en un conductor que va por una vía preferente y observa a otro que se quiere incorporar saltándose un STOP. Si considera que él tiene preferencia y que, por tanto, no tiene obligación de parar, ¿qué puede ocurrir? ¿Que se vaya al otro mundo, con toda la razón asistiéndole y llevándose a un peligroso infractor por delante? ¿No se trataría de un suicidio y asesinato simultáneos? Muchas de esas posibles disyuntivas pueden estar resueltas en los códigos, pero otras deberán ser resueltas por los propios conductores. Y aunque, ante dilemas como el planteado la so-



Figura 1. Tipo de vía donde se producen las muertes. Fuente DGT 2019

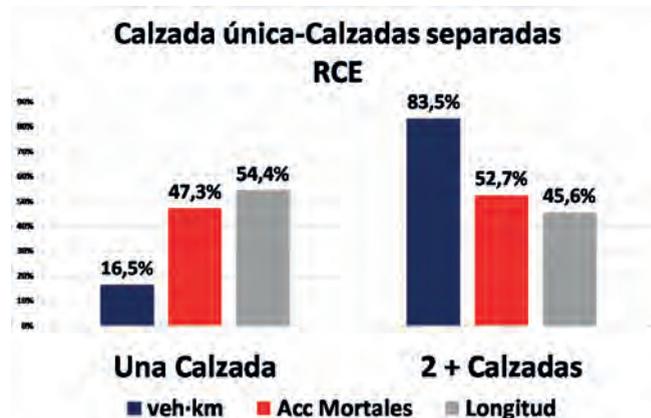


Figura 2 Diferencia en accidentes según el tipo de vía. Fuente DCG 2019

lución pueda parecer evidente, no todos tomarían la mejor opción. Por tanto, la formación debería estar encaminada a dotar a las personas de conocimientos y herramientas que, en definitiva, deberían conformar comportamientos sociales de convivencia. Claro que se podría aplicar el imperativo categórico kantiano, de actuar de forma que todos pudieran aprobarlo, pero para eso es imprescindible hacerse la pregunta, y eso, no siempre sucede.

No debería achacarse muchas de las actitudes insolidarias, incívicas y hasta peligrosas, a la maldad innata de algunos conductores. Puede que simplemente nunca se hayan preguntado si lo que hacen está bien o no lo está. La sociedad, en cambio, sí podría habilitar medios para dar herramientas que mejoren la convivencia, bien por la for-

mación y persuasión o si fracasan, por la represión.

Lo que se pretende aquí es abordar ciertos aspectos que parece que se ignoran, se han olvidado o relegado por parte de los conductores y que, tal vez, habría que refrescar, por medio de campañas y mejoras en la formación, y si fuera necesario por la represión.

Adelantamiento

Adelantar es una de las acciones que más riesgo supone en la tarea de conducir, y de forma muy especial en las carreteras con una única calzada. Cualquier conductor que haya adelantado ha experimentado esa exposición al riesgo. El análisis de los datos corrobora esa idea. Se podría convenir que una de las principales diferencias entre las ca-

rrteras de calzada única con las de calzadas separadas es que se evita la necesidad de adelantar utilizando el carril por donde circulan otros vehículos en sentido contrario. La diferencia de accidentes y su gravedad se puede constatar en las cifras. En la Figura 1 se aprecia cómo la letalidad, o gravedad de cada accidente es mayor en vías convencionales que en grandes carreteras. Además de la gravedad, también es mayor la probabilidad de sufrir un accidente mortal. Haciendo la comparación en la Red de Carreteras del Estado se puede observar en la Figura 2 cómo, aunque el porcentaje de accidentes en carreteras de una calzada es inferior, el número de vehículos que transitan por ellas es 5 veces menor. Abundando más en el asunto, se puede también apreciar cómo, aunque el accidente más frecuente son los alcances, los choques frontales, que se producen de forma principal en las carreteras de una calzada, causan un número de muertes considerable. Además otros tipos de accidentes con colisión, o incluso salidas, también pudieran achacarse a adelantamientos (Figura 3)

Por testimonios recogidos, se puede afirmar que hay personas que rara vez adelantan. En parte porque les da miedo, y en parte porque no saben. Eso se corrobora con la realidad observable de

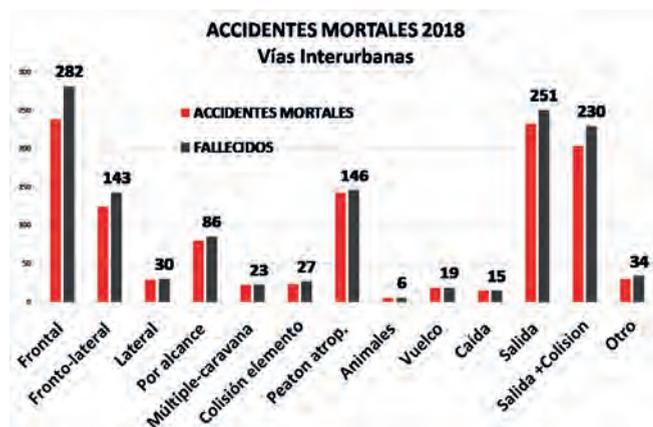
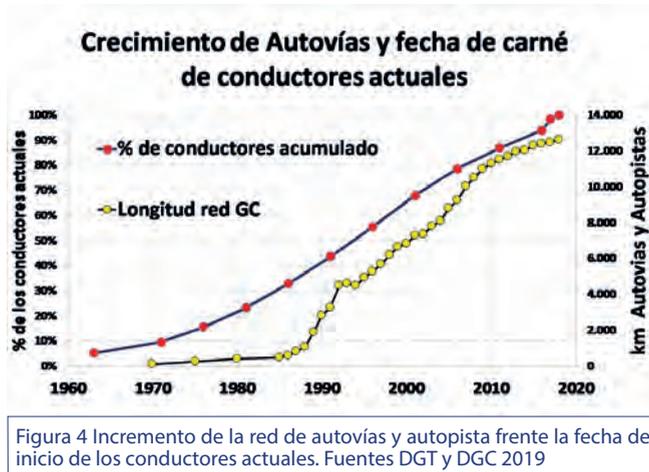


Figura 3 Tipo de accidentes mortales en carreteras. Fuente DGT 2019



las largas filas de automóviles detrás de algún vehículo al que nadie adelanta, aún en sitios donde se podría hacer con seguridad (Figura 7). Hay que tener en cuenta que hay un elevado número de conductores que cuando obtuvieron el carné la longitud de autovías era tan extensa, que apenas han tenido la oportunidad de practicar la maniobra de adelantamiento, cosa que era imprescindible en nuestra redes hace 30 o más años (Figura 4) Es decir, existe una población considerable, que no sabe o que no se atreve. Esa inseguridad puede ser la causa de que se tomen decisiones erróneas al lanzarse a adelantar, debido a la falta de hábito.

Además, las largas colas que se forman por la falta de decisión, puede hacer que conductores desesperados se lancen a adelantar después de cierto tiempo, y en malas condiciones. Una de esas malas condiciones puede darse cuando muchos de los conductores que no adelantan, tampoco cumplen con la distancia de seguridad al vehículo que los precede. De forma muy sabia el Art. 54. 2 del Reglamento indica que debe ser tal “que permita al que a su vez le siga adelantar con seguridad”. Hay reglas de otros países que no abordan esa circunstancia tan importante. También hay que considerar que el 53% de los

accidentes por alcance se producen en carreteras de una calzada.

Como experiencia se puede citar que el autor en una ocasión adelantó, de forma correcta, a varios vehículos que circulaban en fila sin mostrar propósito de adelantar. Al poco una pareja le detuvo. Le preguntó al agente que infracción había cometido, y le respondió que ninguna, que lo que ocurría es que le era muy extraño que alguien adelantara así. Dentro de una gran cordialidad le preguntó por qué no actuaba sobre algunos de los que iban en esa fila, sin cumplir la distancia de seguridad. Respondió, con tal vez muy buen criterio, que entonces tendría que paralizar toda la circulación en esa carretera...

Otra circunstancia, que al menos el autor ha experimentado, es que el conductor del vehículo adelantado acelera en el preciso momento

en que otro lo está adelantando. De nuevo el Código en el Art. 86 del Reglamento indica que, por parte del vehículo adelantado, debe facilitarse la maniobra debiendo ceñirse a la derecha y prohibiendo que acelere. Es más, conmina a que se reduzca la velocidad si eso ayuda al éxito de la maniobra.

Acelerar mientras le adelantan puede estar castigada en Francia por el Art. R414-16 de su código con hasta 3 años de retirada del permiso y con la retirada de dos puntos. (Legifrance, 2020)

Pero, ¿qué hacer si un vehículo realizando un adelantamiento incorrecto se viene encima por nuestro carril? Los códigos parece que no abordan esa circunstancia. Y se trata de algo que pasa con cierta frecuencia, y en algunos casos no acaba bien. Tampoco parece que se enseñe en las autoescuelas, ni que sea objeto de los exámenes de conducir. Se podrían considerar diferentes alternativas. La primera, parece que debería ser disminuir la velocidad y apartarse a la derecha para evitar la colisión frontal. Incluso si fuera necesario, y razonable, salirse fuera de la carretera. Es difícil tomar decisiones en esos escasos segundos, pero si previamente se hubiera podido considerar esa eventualidad, se contaría con una mejor preparación. Todo antes que mantenerse sin tomar ninguna acción de tal forma que se condena a muerte



Figura 5. Carriles de la derecha vacíos, y vehículos que dificultan.



Figura 6. Señal de advertencia en el Estado de Nueva Jersey, que puede diferir de otros estados.



Figura 7. Vehículos sin mantener distancia de seguridad ni adelantar

a un infractor, y a un mártir de una supuesta ortodoxia a la que llevaría una fría lectura de los códigos.

En cuanto a los adelantamientos en carreteras de más de una calzada, fuera de población, es muy frecuente observar cómo en circunstancias que no lo permiten, se producen adelantamientos por la derecha. Se trata de una práctica extendida que puede entrañar peligros. Tal vez se haya importado de algunos de los Estados norteamericanos en los que no está prohibido (Figura 6) en contra de lo que propugna el “Uniform Vehicle Code”, publicación de iniciativa privada para igualar normas entre estados. (National Committee on Uniform Traffic Laws, 2000)

En muchos casos puede achacarse esa conducta a que en carreteras con varios carriles la mayor parte de los vehículos utilizan solo los carriles de la izquierda sin apartarse hacia la derecha cuando vienen otros más deprisa por detrás. Ver autovías con los dos carriles de la derecha vacíos es una imagen muy frecuente (Figura 5). Eso contraviene el Art 16 de la Ley de Tráfico, que indica que se debe circular por la derecha, salvo que las circunstancias lo aconsejen, y con la condición de no entorpecer a los vehículos que le siguen. También se da esa circunstancia en calzadas con dos sentidos cuando hay un ter-

cer carril, para vehículos lentos, en los que muchos conductores no se retiran al carril de la derecha para dejar paso a otros más rápidos.

Facilitar el adelantamiento

Dar facilidades a los demás debería ser una máxima recomendable en casi todo, pero imprescindible en la carretera. No se trata solo de una postura generosa, sino inteligente. Facilitar puede evitar que nos veamos envueltos en una situación que sea fatal para nosotros mismos. Ayudar a otros conductores a que nos adelanten, además de ser obligatorio, es muy conveniente, no solo para el que adelanta, sino también para el adelantado, que en caso contrario podría sufrir consecuencias fatales.

Cuando hay varios carriles, circular por el carril de la derecha, además de facilitar la circulación, es más seguro, pues se está más cerca del arcén y más alejado del tráfico que va en sentido contrario.

Se observa con cierta frecuencia vehículos que pudiendo ir a mayor velocidad, lo hacen a velocidades muy bajas. En el caso de carreteras de una calzada y en zonas donde no es posible adelantar, pueden formarse largas colas de vehículos que siguen a alguien, que por la razón que sea, ha decidido ir despacio. No se trata de impedirle que circule,

pero sí sería recomendable que, en cuanto fuera posible, se apartara a la derecha y aliviara a los que le siguen soportando una velocidad muy baja. Muchas personas usan la carretera para trabajar o pueden tener una urgencia, y no pueden perder tiempo. Circunstancias como esas pueden hacer que otros pierdan los nervios con consecuencias fatales. En el Reino Unido en su Código de Carreteras The Highway Code, 2019 en su regla 196, indica que se eviten las colas, comprobándolo por el espejo, y que se retire a un lado cuando se pueda. En nuestras redes es una práctica poco frecuente. El que suscribe en una ocasión que iba por una carretera de montaña, detectó a un vehículo que se mantenía detrás. Pues bien, se apartó a un lado para dejarlo pasar. Su conductor también se paró e indignado le preguntó por qué se había detenido. Le dijo que, para dejarle pasar, pues iba más deprisa, a lo que de forma airada respondió diciendo que a él “nadie le tomaba el pelo”. La perplejidad con la que se quedó es imaginable.

En varias ocasiones en medios de comunicación se han planteado quejas de personas que, respaldadas por el entrevistador, decían que circulando a 60 o menos velocidad por autovías, habían sido increpadas por camioneros. Invocaban su prudencia y derecho a ir despacio, pero olvidaban que a un camión reducir su velocidad, para después

adelantar, le supone un consumo extra y un tiempo perdido, amén de un riesgo de alcance para el vehículo lento. Lo lógico sería que esas personas, utilizaran otras vías, o que viajaran en transporte público, o al menos que estuvieran atentas para no entorpecer el trabajo a los demás. Hay ciertos caprichos que, con la apariencia de corrección política, pueden suponer un peligro y coste innecesarios.

También se puede aplicar a grupos de ciclistas, que ocupando toda la calzada en carreteras de montaña impiden, amparándose en cierta prepotencia moral, que otros vehículos puedan adelantarlos, cuando se podría convivir sin dificultad.

Otra circunstancia peligrosa observada se da cuando en una carretera con calzada única un vehículo pretende incorporarse a la vía por el carril más cercano, y el conductor solo mira a su izquierda sin reparar que por su derecha y por el mismo carril puede venir otro vehículo que se encuentre adelantando. Las consecuencias para ambos pueden ser terribles.

Luces

El Artículo 100 del Reglamento prescribe que, en carreteras no iluminadas, se debe utilizar el alumbrado de largo alcance o carretera,

salvo cuando se pueda producir deslumbramiento, se circule a menos de 40 km/h o no se tenga (¿?). Sin más consideraciones, ¿por qué casi la mayoría de los conductores no utilizan las luces largas, cuando pueden y deben hacerlo? La respuesta, podría ser, primero por comodidad, para no estar pendiente de cambiarlo, también, porque desconocen que sea obligatorio y porque no le ven utilidad. La conducción de noche entraña claramente unas peores condiciones, pues evidentemente se ve menos. Entre ver menos y ver más para conducir, la opción más prudente y de sentido común debería ser la de ver más. Sin embargo, la experiencia muestra cómo muchos conductores optan, inexplicablemente por la ceguera parcial. La realidad es que no se produce un número de accidentes por la noche tal que permita delimitar el papel del alumbrado, pues desgraciadamente no se dispone de datos sobre la intensidad del tráfico nocturno interurbano, que pudieran servir para mostrar el mayor riesgo (Figura 8). La observación parece indicar que los niveles de ocupación son en general menores. Lo que sí parece ser una evidencia, es que se trata de condiciones más adversas. Sería conveniente estudiar si los conductores se adaptan a esas circunstancias adversas tomando medidas, como reducir la velocidad, incrementando

la atención o, por el contrario, sin hacer nada. Igual razonamiento cabría hacer en condiciones de lluvia o niebla en las que también el alumbrado puede jugar un papel de ayuda relevante. La experiencia personal muestra que hay conductores que no toman ninguna medida especial en esas circunstancias.

De lo que sí hay una cierta constancia es que el número de accidentes con víctimas debido al atropello a animales se produce en su mayoría en horas nocturnas. Parece que algunos animales suelen salir a esas horas aprovechando además la disminución del tráfico. En algunos tramos se han extendido los despejes para que los conductores puedan ver con antelación la presencia de animales. Pero, si los conductores llevan las luces cortas, en vez de utilizar las largas, ¿para qué sirven los despejes?

Las luces son un instrumento de seguridad vital para ver y para ser vistos. Obtener el máximo partido de ellas no supone más esfuerzo que el que cada conductor haga una reflexión sobre su utilidad.

Peatones

El accidente más frecuente en las vías urbanas, contabilizando heridos y muertos es el atropello. Aunque los atropellos en urbe son solo



Figura 8. Luminosidad y accidentes mortales. Fuente DGT 2019



Figura 9. Accidentes con víctimas por atropello de animales en número y hora. Fuente DGT 2018



Figura 10. Tipos de accidentes en vías urbanas. Fuente DGT 2019



Figura 11. Cochecito de bebé por delante, sin visibilidad por el adulto que lo lleva.

el 20% de los accidentes con víctimas, causan el 47% de los muertos (Figura 10). En vías interurbanas, aunque son solo el 2% de los accidentes con víctimas, representan el 12 % de los accidentes mortales. Evidentemente, ese tipo de accidentes en ambos entornos, debería ser digno de una mayor consideración. No se dispone de información sobre el papel de los conductores y de los peatones en esos accidentes. La experiencia, en general, del que suscribe es que los conductores son bastante respetuosos con los peatones. Sin embargo, también se tiene una experiencia un tanto negativa de algunos comportamientos de los peatones. Como se ha repetido, en muchas ocasiones los peatones no son conscientes de que entre los automóviles y ellos su única defensa es su propio cuerpo. Da la impresión, en ocasiones, de que los peatones apoyándose en los derechos que les da la normativa, creen que en caso de accidente eso les libra de las heridas o de la muerte. Es decir, se repite el síndrome de, «sí fallecí, pero la norma estaba de mi lado». Hay también una cierta prepotencia, bastante extendida, por parte de los peatones que, por alguna extraña razón, piensan que la ley les sirve de escudo frente a los automóviles. De nuevo, se tienen experiencias cotidianas de personas que cruzan por pasos de cebra, o por semáforos, sin mirar e

incluso de espaldas, y cada día más mirando al móvil (también por sitios indebidos). ¡Claro que los conductores tienen obligación de pararse, pero si por cualquier circunstancia no lo hacen el muerto es el peatón, eso sí, con razón! ¿Qué cuesta mirar a ambos lados siempre que se cruce, aunque se tenga preferencia? Puede parecer insólito, pero son necesarias unas dosis masivas de sentido común.

Últimamente se ven a personas, corriendo, y aún peor en patinetes eléctricos cruzando por los pasos de cebra a unas velocidades que es imposible que un conductor pueda parar. Parece que el paso de cebra sirva para arreglar desarreglos mentales.

Otra escena que da escalofríos es ver una furgoneta u otro vehículo pegado a un paso de cebra, que impide que los conductores puedan ver a los peatones, y de repente aparece un coche de niño (Figura 11). Es decir, alguien, es de esperar, que de forma inconsciente, expone a un niño a ser atropellado, en vez de asomarse y mirar primero, para después pasar con garantías.

Afortunadamente, son cada vez más los peatones que en carretera y por las noches usan prendas reflectantes. Pero no estaría de más que también llevaran de día prendas de alta visibilidad, como, por otra par-

te, deben hacerlo los trabajadores de la carretera o los conductores cuando se bajan de sus vehículos.

Ciclistas y motociclistas

Se trata de un asunto políticamente delicado. Hay una presión sobre los medios y sobre los políticos para que se tomen decisiones que, puede que sean contraproducentes para los propios ciclistas como fue el que se quitara la obligación de llevar casco en las ciudades (Artículo 118 del Reglamento), que es donde hay más accidentes. En un reciente artículo se analizaban las causas de los accidentes (Pedrola Cubells, J.V., 2019) En general, se parte de la idea que las bicicletas pueden convivir con el tráfico rodado en cualquier circunstancia. El artículo 38 del Reglamento, primero prohíbe el tránsito de bicicletas por autovías, y en el párrafo siguiente lo permite, por el arcén, salvo indicación en contra. Sorprendentemente la prohibición sí se mantiene para ciclomotores. El que suscribe se confiesa ciclista ocasional, pero con enorme respeto y auténtico pavor a coches y camiones. La distancia de separación entre ciclistas y vehículos más apropiada es la de infinitos metros. Se trata de un colectivo, a juicio del que escribe, en el que se dan ciertas tendencias suicidas. Véase en la Figura 12 el incremento de accidentes de ciclistas. Lo que

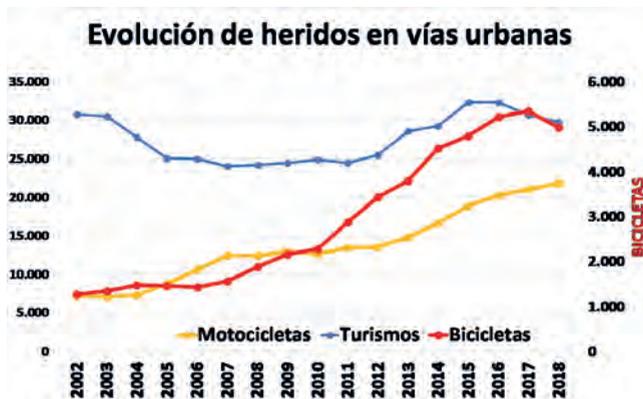


Figura 12 Incremento de los accidentes de los vehículos más vulnerables. Fuente DGT 2019

humildemente se sostiene es que se habiliten vías y carriles separados que eviten peligros excesivos. Hay otros países en los que el número de vías para ciclistas, tanto en ciudades como en el campo es mucho mayor. En Madrid, en el eje principal como es el Paseo de la Castellana, conviven de forma peligrosa, cuando sería relativamente sencillo implantar un carril de bicicletas en los bulevares andenes (WATKINS, K.E, 2008). No hay mucha presión por los colectivos para que se les separe, es más, presionan para mantener una convivencia o amor, que el autor considera imposible. El Código está trufado, desde hace un tiempo, de una cuestionable predilección, hacia los ciclistas. En Alemania, en el que el número de personas que tradicionalmente utiliza la bicicleta es infinitamente mayor, en el artículo 2 - 4 del Straßenverkehrs-Ordnung, se indica que las bicicletas pueden circular en paralelo si no obstaculizan el tráfico, en cuyo caso lo harán en línea. En nuestro Reglamento en la Sección 3ª, Arcenes y en el Art. 36 indica que los ciclistas deben utilizarlos, y si no los hay, utilizarán una parte imprescindible. En el apartado 2, que los ciclistas pueden circular en paralelo, siempre que, como en Alemania, no interrumpen el tráfico. Se entiende que deben ir por los ar-

denes, y en cualquier caso deben ir en hilera en caso de aglomeración. La realidad es que eso no ocurre así, en innumerables ocasiones que el autor ha vivido. Los ciclistas van de dos, de tres o más de fondo, y ni se ciñen a la derecha ni facilitan el adelantamiento. Afortunadamente hay una página, de labicicleta.net, donde se lamenta de la mala imagen de los ciclistas por la "pésima educación de unos pocos" (sic), y donde, además, indica cómo deben circular los ciclistas. <https://labicicleta.net/escuela/circular-bicicleta-paralelo/> (Figura 13).

Por otra parte, es también muy frecuente que los ciclistas no tengan luces, Art 22 del Reglamento General de Vehículos, o que no las llevan encendidas, Art. 98 del Reglamento, ni que llevan nada reflectante. La imagen muy frecuente de un ciclista, sin luces y vestido de negro es algo que al autor le causa terrible desazón. De nuevo, se hace una distinción en el Reglamento entre ciudad y carretera, pues las prendas reflectantes no son obligatorias de noche en ciudad. Tampoco se prescribe ropa de alta visibilidad para el día, en especial en carretera.

Dentro de ese afán de exposición al riesgo hay un caso notable

que el autor ha tenido la ocasión de ver. Se trata de una bicicleta con un remolque, casi a ras de suelo, en el que iba un niño, pero lo grave es que sucedía en medio de un tráfico endemoniado en una de las calles con más tránsito. Algunos, no solo se exponen a sí mismos, sino que también a su descendencia (Raferty, S, 2016).

A los Motociclistas se les puede considerar también un colectivo vulnerable frente a los vehículos de más de dos ruedas (Figura 12). El número de accidentes sufridos por motoristas en ciudades es muy elevado, el 27% y en carreteras el 13%. Hay que tener en cuenta que el parque de motocicletas supone el 11% de los vehículos, y que en el caso de las carreteras del Estado solo suponen el 1% de los vehículos-kilómetros. Se supone que en las ciudades el porcentaje de longitud recorrida por las motos fuera mayor, pero se desconoce ese dato. En cualquier caso, se dan comportamientos arriesgados que llevan a muchas situaciones al límite, especialmente en el cambio de carriles en situaciones de tráfico denso, pero rápido. No se cree que ni al autor ni a ningún conductor de vehículo de cuatro ruedas le apetezca verse en ningún accidente con ciclistas o motoristas, aunque desgraciadamente, parece que algunos de ellos, emulando a los toreros "tremendistas", disfrutaran con su exposición a la muerte. Es imprescindible que esos colectivos, además de reivindicar el derecho a ser respetados, sean conscientes de su debilidad en caso de accidente, y que la prevención es su mejor, y a veces, única defensa.

Cinturones de seguridad

Parece que está ampliamente aceptado que es una de las medidas más efectivas que se han

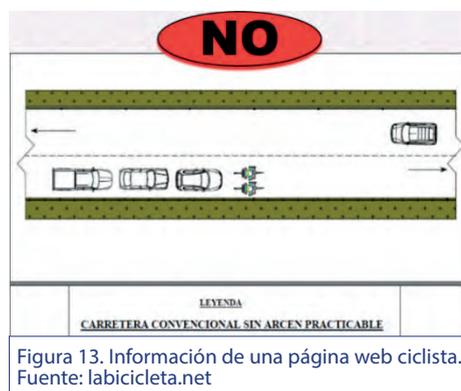


Figura 13. Información de una página web ciclista. Fuente: labicicleta.net



Figura 14. Ciclista con niño remolcado en denso tráfico urbano.

inventado para la seguridad vial. Pues bien, el 23% de los muertos en accidente no llevaba el cinturón de seguridad (<http://www.dgt.es/Galerias/prensa/2019/09/NP-Campana-vigilancia-DGT-cinturon-y-SRI-octubre-2019.pdf>). Se trata de una medida tan sencilla, y que da un valor añadido enorme en seguridad. El autor, conoce, aunque tenga escaso valor estadístico, media docena de casos de personas que, yendo en la parte de atrás sin cinturón, murieron, mientras que el resto de ocupantes, que llevaban el cinturón, resultaron ilesos. Cuando ha tenido la oportunidad de estudiar casos del ARENA (base de datos con partes de accidentes) de forma profesional en ámbitos reducidos, también ha contrastado el papel negativo de no llevar cinturón. De cualquier forma, hay unos ámbitos donde el cinturón apenas se utiliza. Uno de ellos son los autobuses, en los que, aunque los llevan instalados, son pocos los pasajeros que los utilizan. Hay varios videos donde salen niños, sin cinturón, volando.

Algo que es un poco chocante es que en el Art. 119 del Reglamento se dispense a los taxistas del uso del cinturón en las ciudades. Dado que su grado de exposición al riesgo es mucho mayor que la de otros usuarios, es difícil ver su sentido. Tampoco lo tiene el que se haga a repartidores ni a los que van en vehículos de urgencia. De forma similar se dispensa de utilizar elementos

especiales para los niños cuando van en taxis. Así, si alguien tiene que llevar a un niño en una circunstancia especial y no tiene el dispositivo, tiene que llamar a un taxi, para que lo lleve, eso sí, sin dispositivo especial.

Adaptación a las circunstancias

Se han observado con cierta frecuencia que muchos conductores en condiciones adversas no aminoran la velocidad. En situaciones de niebla, en las que aun siendo de día, no se ve más allá de 20 m, mantienen velocidades de 120 km/h. Como botón de muestra, insólito, el tramo en la A8 en Mondoñedo que hay que cerrar por niebla frecuentemente, porque los conductores no aminoran su velocidad. Algo similar ocurre cuando se producen fuertes aguaceros, que suelen dejar un rastro de coches que derrapan o se salen de la vía, por no disminuir la velocidad y producirse el hidroplaneo (aquaplaning). En Francia los límites de velocidad son distintos en presencia de lluvia.

De noche, como ya se mencionó, son innumerables los conductores que no utilizan las luces largas cuando van a velocidades elevadas. Cualquier obstáculo en la carretera, puede ser fulminante.

Los límites de velocidad en tramos de curva, no siempre son

respetados, debido a que los conductores sienten que dominan el vehículo. Lo que no saben, sin duda porque nadie se los ha enseñado, es que la restricción, en muchos casos, se debe a la falta de visibilidad suficiente para poder parar en caso de que haya un obstáculo, u otro vehículo detrás de la curva.

En tramos de obra son muy pocos los conductores que respetan los límites de velocidad. Aunque hay una parte de responsabilidad de los conductores, también lo hay en la falta de credibilidad que inspiran los largos tramos señalizados en los que no se está haciendo ningún trabajo. La normativa de señalización de obras es muy clara.

También se quiere destacar, en especial en vías urbanas, el número elevado de conductores que van distraídos, o bien hablando por el manos libres, o con una persona, a la que miran más que a la calzada, o pendientes de mensajes del móvil. Suelen ir a velocidades muy bajas, salvo cuando se va a poner el semáforo en rojo, que entonces son solo ellos los que pasan.

Tipos de conductores

La experiencia del autor es que, en general, el comportamiento de los conductores profesionales, tanto de camiones, y más los de autobuses es irreprochable, máxime si se compara con los de automóviles, no

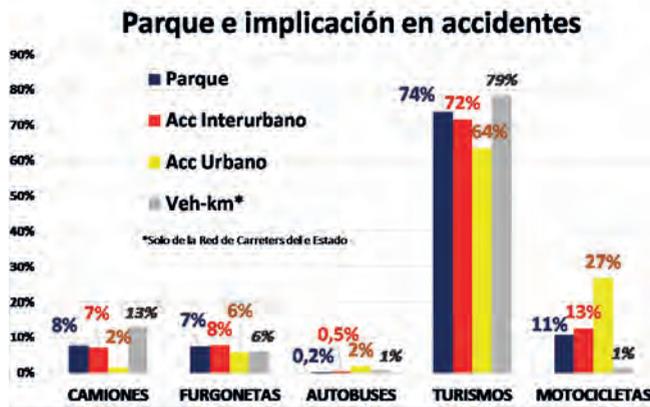


Figura 15 Accidentes, tipos de vehículos, parque y longitudes recorridas. Fuentes DGT y DGC 2018

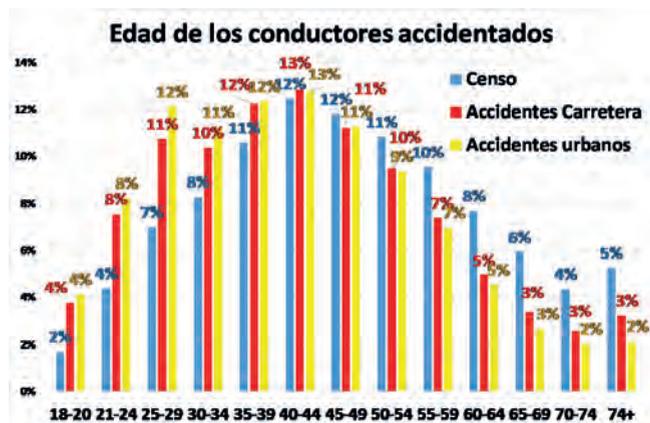


Figura 16. Edades de los conductores accidentados en 2018. Fuente DGT 2019

profesionales. No cabe tanto decir de los conductores profesionales de furgonetas. Tal vez la presión a que están sometidos por los tiempos de entrega haga que, en ocasiones, presenten conductas que pueden revestir peligros. Los conductores profesionales, son, generalmente, más proclives a facilitar la conducción al resto, y rara vez cometen irregularidades que supongan un peligro. Todo, evidentemente a juicio del autor. Si se extrapola el porcentaje de kilómetros recorridos por los vehículos en la Red del Estado al resto, se puede constatar cómo los conductores de camión, que recorren el 13% de los kilómetros totales, sólo representan el 7% de los accidentes interurbanos. Las furgonetas que recorren el 6,2 % tienen el 7,9% de los accidentes;

los coches recorren el 78,7% y tienen el 71,8%, y por último las motos que con solo el 1,47% de longitud, registran el 12,68 % de los accidentes. Sorprende que autobuses que recorren el 0,66% de los kilómetros tengan el 0,48 % de los accidentes. No es que sea una mala proporción, pero tal vez la extrapolación no sea válida (Figura 15).

En cuanto al sexo, el autor, independientemente de correcciones sociales, no tiene criterio para hacer ninguna distinción. Lo que sí es irrefutable que el número de mujeres conductoras es del 42,5%, mientras que el número de accidentes en el que están involucradas es menor del 27%. Sin embargo, no se dispone de datos sobre los kilómetros recorridos para cada grupo de con-

ductores, lo que daría una imagen más fidedigna de comportamiento diferenciados.

Tanto la edad como la experiencia parece que tiene influencia en los accidentes (Figura 16). Si se compara el censo de conductores con el número de accidentes, se aprecia como en los más jóvenes el porcentaje de accidentes supera de forma considerable a los porcentajes de personas de más edad. Inversamente, a partir de los 50 años es mucho menor el porcentaje de accidentes que el de conductores. Aquí tampoco se ha considerado los kilómetros recorridos, pero probablemente las diferencias en la edad serían mayores, debido a que con pocos o con muchos años se recorren menos kilómetros que a edades intermedias. La edad media de los conductores puede estimarse en 47,7 años, siendo la de los varones de 49,5 y la de las mujeres de 45,4 años.

En cuanto a la experiencia, no se dispone de datos suficientes sobre la antigüedad de todos los conductores, aunque se puede conocer la edad de los nuevos conductores de los últimos años. La edad media de todas las personas que obtienen el permiso podría estimarse en 25 años. En cambio, sí hay datos de la antigüedad de los conductores involucrados en accidentes. El 27,5% de los accidentados en carreteras interurbanas tiene menos de 10 años de experiencia. Si se considera el censo de los menores de 25+10 (edad media al sacar el carné más diez años), es decir 35 años, serían el 21% del censo de los conductores. Es decir, la falta de experiencia empeora los resultados, pues el 21% tiene el 27,5% de los accidentes. Si se considera la edad de los conductores accidentados, los menores de 35 años (el 21%), tienen el 32% de los accidentes. Las discrepancias pueden deber-

se a que se ha asumido, sin conocer exactamente, una experiencia determinada. En cualquier caso, la inexperiencia y la edad son estadísticamente un factor negativo.

Por la parte de arriba, los conductores mayores de 65 años presentan una gran diferencia entre el porcentaje de conductores y el de accidentes de forma positiva. De nuevo hay que considerar los kilómetros recorridos, que se desconocen, pero que con toda probabilidad son menos que los de otros grupos.

Alcohol y drogas

Realmente se trata de un asunto muy delicado y, evidentemente de gran preocupación (Sardi, P, 2011). El autor recuerda que a principios de los años 80 en los Estados Unidos era determinante la combinación de alcohol, edad y fin de semana. Parece que la euforia disparada por el alcohol u otras drogas, que se consumían de forma compulsiva, resultaba explosiva. En países del norte de Europa también se reproducían esas costumbres. Esos hábitos tardaron en llegar, pero con el tiempo se afincaron en España, donde, a juicio del autor, había anteriormente otra cultura más moderada. Las fuertes campañas para erradicar el consumo, surtieron un efecto tremendo en el cambio de costumbres de los conductores. Realmente el autor recuerda que anteriormente era habitual conducir con cierta cantidad de alcohol. Pero no tiene especiales recuerdos de accidentes causados por el alcohol, aunque carece de todo valor estadístico.

Recientemente sí ha conocido algún caso de personas fallecidas que habitualmente consumían drogas. Pero lo que verdaderamente sorprende al autor son los informes del Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias Forenses sobre los accidentes con muertos. En 2018

se analizaron a 535 conductores fallecidos. De ellos el 43,4 % habían consumido alcohol o drogas. Las sustancias consumidas fueron alcohol, el 61,2%, drogas el 44% y sicofármacos el 25%. La suma no da el 100%, porque en algunos casos, 58, se combinaron dos sustancias y en 6, tres. Destacan las motocicletas con un 31,4% de los casos.

Pero las sorpresas no acaban ahí. En el mismo informe se muestran los resultados de los análisis a 143 peatones muertos. De los peatones el 38,5% dieron positivo. Pero en este caso, de los positivos el 32% eran mujeres. También son distintas los porcentajes de sustancias. Así el alcohol fue el 45 %, las drogas el 21,8 y los sicofármacos el 52%. Hay cinco casos en que se combinaron dos sustancias, y en un caso 3.

De cualquier modo sorprende que el 43 % de los conductores hubieran consumido alguna sustancia, pero más que el 38,5 % de los peatones también.

De nuevo, y como en otros casos, ¿cuántos ciudadanos salen en coche o a pie a la calle o a la carretera en esas condiciones? La respuesta puede encontrarse en el Informe EDAP-15 (DGT, 2016), <http://www.dgt.es/es/seguridad-vial/investigacion/estudios-informes/> que consiste en un estudio estadísticamente

representativo del problema. En una población de 2774 individuos recogidos de forma representativa dio como resultado que el 11,8 % había consumido alguna sustancia. En este caso el alcohol solo estaba presente en el 14,9% de los casos, mientras que las drogas representaban el 80,1% (Cannabis el 42,5% Cocaína + Opiáceos, 26,6%) . Los sicofármacos solo el 5%. También hay casos de mezclas.

En la Figura 17 se muestran la distribución de sustancias detectadas en conductores examinados en el EDAP-15, y se compara con la de los resultados forenses sobre conductores fallecidos.

Formación y Coerción

Qué duda cabe de que las campañas sobre limitación de la velocidad y del alcohol han dado increíbles resultados. Convendría también, considerar el peso que las mejoras de las infraestructuras o de los vehículos han tenido en ese logro, mediante un análisis científico de esos cambios (Hauer, E; 2010).

Aunque se reconoce que el binomio velocidad-sustancias es el principal enemigo contra el que luchar, no debería olvidarse otros comportamientos que, si se corrigieran, podrían salvar algunas vidas.



<p>09. Los peatones que circulen por el arcén en vías fuera de poblado, ¿cuándo deberán utilizar un elemento luminoso o reflectante homologado?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Cuando existan condiciones meteorológicas que disminuyan sensiblemente la visibilidad. <input type="checkbox"/> Cuando el arcén tenga una anchura inferior a 1,5 metros, tanto de día como de noche. <input checked="" type="checkbox"/> Siempre que circulen por el arcén, tanto de día como de noche. 	<p>29. En un control preventivo, ¿quiénes están obligados a someterse a las pruebas que se establezcan para la detección de alcoholemia?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Únicamente los conductores de vehículos a motor. <input checked="" type="checkbox"/> Los conductores de bicicletas. <input checked="" type="checkbox"/> Todos los usuarios de la vía.
--	--

Figura 18 Ejemplo de preguntas y respuestas. Fuente DGT

Ciertamente que la propia Dirección General de Tráfico suministra un magnífico material educativo en sus publicaciones en Internet. Los informes, estadísticas, consejos, y, en especial la revista Tráfico y Seguridad Vial es de una calidad, desde el punto de vista pedagógico, insuperable.

El problema es que, a juicio del autor, esa información y formación tan valiosa apenas llega al público. La DGT ha lanzado numerosas campañas, pero dando una lógica prioridad a la "bestia negra", velocidad-sustancias. Modestamente se opina que es necesario hacer un esfuerzo marginal para corregir otros comportamientos. La eficiencia de esas campañas, lógicamente será menor. El coste marginal para mejorar la seguridad, es como en muchas actividades humanas, bastante elevado, pero puede merecer la pena.

En cuanto a la formación, habría que señalar que la experiencia parece indicar que los conductores olvidan las enseñanzas, de cuando obtuvieron el permiso, en un corto espacio de tiempo. Solo los recordatorios por medio de las sanciones, retirada de puntos o grandes campañas tienen efecto.

Además, la enseñanza en las autoescuelas, está enfocada a que los alumnos superen el examen, y no tanto a dar herramientas para un comportamiento vial seguro. Es una

pena que no se pudiera aprovechar las capacidades del excelente plantel de profesores para mejorar la formación. Y la razón, puede que esté en el propio examen. Tal vez, fuera difícil hacerlo de otra forma, pero se podría afirmar que se da mucha importancia a las meras destrezas de manejo y a la capacidad para contestar a ciertas preguntas, permítase el adjetivo, "trampa", en la que la dificultad reside más en interpretar adecuadamente la pregunta, que en demostrar conocimientos. ¿Se puede suspender a un alumno, porque crea que un peatón debe utilizar un chaleco de día? (Al que habría que suspender es al legislador). O porque conteste mal a una pregunta más que tortuosa como la 29 (Figura 18). (Nota para el lector: únicamente y conductores son la clave. Ver Art 21 del Reglamento)

¿No hay situaciones o preguntas de más trascendencia? Por ejemplo, como se ha mencionado ante-

riormente hay maniobras como la de adelantar que sería necesario enseñar mejor a los alumnos. La utilización de simuladores podría eliminar los riesgos y entrenar al alumno con múltiples situaciones (Figura 19). Pero, sobre todo, se debería educar en principios y no tanto en normas. Hay una cierta tendencia a ocultar los principios que hay detrás de la norma, que pueden conducir a una tendencia reglamentista que olvida que el fin es salvar vidas. Por otra parte, sería necesario formar a los conductores que ya han obtenido el permiso, pero que, o no estuvieron bien formados inicialmente, o bien, se han olvidado de los conceptos importantes. Ya se han mencionado algunas carencias que presentan esos conductores, para los que habría que diseñar campañas apropiadas.

Hay que reconocer el esfuerzo que están haciendo algunas asociaciones y empresas en campañas,



Figura 19. Simulador para aprendizaje



Figura 20. Ejemplo de comportamiento semi-legal-suicida. Fuente: Pedrola et Al. Rutas 178

pero que desgraciadamente no tienen mucha llegada. Además, no solo hay conductores de vehículos a motor, sino que también hay peatones y ciclistas.

Sería imprescindible iniciar campañas de comportamiento “defensivo”. Se trata, no solo de reforzar los cumplimientos por parte de todos, sino la de proteger y ponerse a salvo de los peligros. Está muy extendido, debido a ese espíritu reglamentista que infesta a la sociedad, que las normas lo pueden todo. Como ya se ha mencionado, los peatones deberían mirar antes de cruzar por cualquier lugar que lo hagan, aunque tengan todas las preferencias. Lo que se juegan es mucho. Los ciclistas deberían tener mil ojos cuando comparten las vías con vehículos que solo con tocarlos les pueden dañar considerablemente, aunque lo hagan de forma indebida. En la Figura 20 puede apreciarse cómo un ciclista, aunque en posición aparentemente reglamentaria (parece que el arcén es impracticable, pero debería ceñirse a la derecha), tozadamente la mantiene, a riesgo de su vida. La fe en un supuesto derecho no resucita. También se puede aplicar a los motoristas.

Y no se deben librar los conductores de vehículos de más ruedas que deberían mirar constantemente al frente, a su lado y atrás. En los cruces, habría que aminorar la marcha y mirar, aunque se tengan todas

las preferencias. En las carreteras se debe ayudar y facilitar las maniobras de otros, incluso si son indebidas, de forma que se eviten males mayores. Y ya para todos, ver es tan importante como hacerse ver.

Habría que recordar que, según el Art. 10.2 de la Ley, hay que tener «la diligencia, precaución y atención necesarias para evitar todo daño, propio o ajeno, cuidando de no poner en peligro, tanto a sí mismo como a los demás ocupantes del vehículo y al resto de usuarios de la vía».

El Reglamento alemán añade el término «respeto mutuo» en su primer artículo. Aunque puedan parecer que son comportamientos que todos tienen interiorizados, convendría recordar esos principios, pues puede que se hayan ido perdiendo en una maraña normativista.

Abundando en esas ideas, el principio de anticipación, también debería estar inculcado desde las escuelas. El caso de un balón que irrumpe en una carretera, un vehículo que por delante hace movimientos extraños, una persona que se acerca sin mirar a la calzada, y muchos otros deberían formar parte de campañas de formación (Figura 21).

La formación, el sentido común, y hasta las buenas intenciones no bastan. También es necesario vigilar, controlar y sancionar (Zogby,

J; 2002). El mito de que hay países más cívicos que otros olvida que, aunque tengan mejor formación, también poseen métodos de control y castigo más contundentes. En nuestras carreteras la experiencia del autor le lleva a pensar que hoy en día solo la velocidad y el consumo de sustancias están perseguidos. El autor no recuerda desde hace muchísimos años presenciar que se pare a ningún conductor por realizar un adelantamiento indebido. No tiene constancia de nadie al que se le haya multado por no guardar la distancia de seguridad. A nadie por ir con las luces cortas, cuando se deben utilizar las largas. A nadie por acelerar (esto es un poco más difícil de detectar) cuando se le adelanta. A nadie por circular por el carril más izquierdo de una autovía, entorpeciendo el paso a los vehículos que le precedían. A ningún ciclista por cualquier causa. Aunque sea una experiencia personal discutible, contrasta con la constancia de innumerables denuncias por exceso de velocidad, y controles de alcoholemia. Evidentemente todo eso no se debe a la falta de preparación y entrega de la Guardia Civil, de las policías autonómicas ni las locales, ni de los funcionarios de las distintas Administraciones. Se trata de una estrategia generalizada de dejación de las funciones «in vigilando».

Conclusiones

Se ha pretendido señalar algunos aspectos que han sido observados por el autor, y que le causaban una cierta desazón, pues le parecía que podrían corregirse. El juicio subjetivo basado en la experiencia personal, siempre limitada, tiene sin duda, sus debilidades. Pero también, suele ser el origen de desarrollos de más peso. Se ha tratado de confrontar las observaciones de 47 años con datos y bibliografía, donde

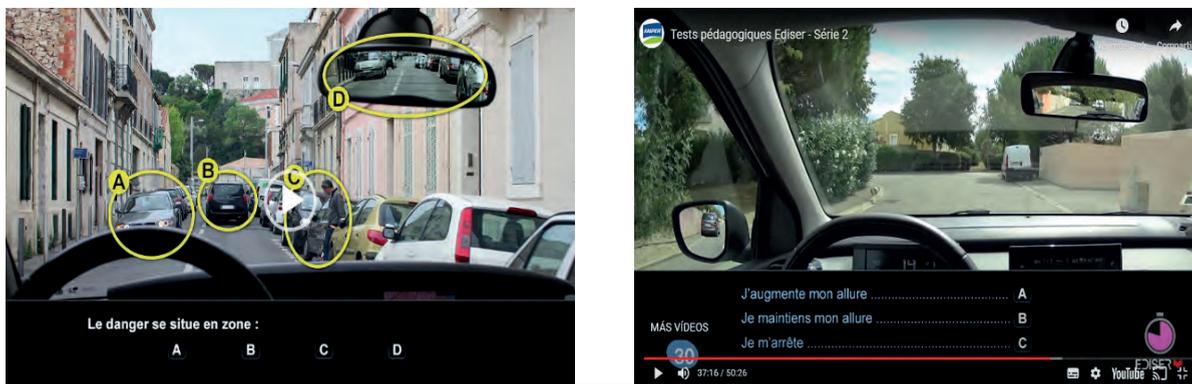


Figura 21 Ejemplo de material pedagógico en Francia. Fuente: <https://www.securite-routiere.gouv.fr/>

ha sido posible. También se cuenta con un cierto bagaje en estudios de planes de seguridad vial. Pero lo que se ha pretendido, es exponer algunas preguntas sobre formas de mejorar la seguridad vial, que, por lo menos para el autor, parece que no se han formulado con frecuencia.

Hay una serie de principios que se abrazan, y que se cree que podrían contribuir a unas mejores condiciones en las carreteras. El primero es que evitar daños, heridas y muertes debe estar por encima de cualquier cumplimiento estricto o cicatero de los reglamentos. El segundo es que las calles y carreteras son un lugar de convivencia, donde hay que desplegar todas las virtudes de educación, civismo, solidaridad, compasión y generosidad que exige la convivencia humana, pero que aquí son más perentorias por lo amenazante del entorno.

La ley es un instrumento preciosísimo y valiosísimo. Pero es un instrumento, y no una licencia para matar, ni para dejarse matar, ni para «morir matando», como algunos, de forma inconsciente, tienen interiorizado.

Los principios que deben inspirar a un buen conductor, no son siempre innatos, como también ocurre con muchos principios morales, pues necesitan reflexión, tiempo y trasmisión. Por eso conviene que lo que se ha obtenido por la experien-

cia, se difunda para evitar a otros sufrimientos innecesarios. Si se pudiera trasvasar una parte del cerebro de un buen conductor profesional y experimentado a otro novato, se ahorrarían muchas situaciones de peligro. Existen medios para mejorar la formación de los alumnos y situarlos ante las disyuntivas reales que se dan en la carretera antes de ponerlos al volante (Bahar, G.B.; 2003).

De forma práctica se propone que se revisen los exámenes de conducir; que se revise la expresión de algunos artículos del Código, de forma que las exigencias mínimas no coarten soluciones mejores; que se implante la formación permanente mediante campañas, sin olvidar los comportamientos defensivos para todos, y, en especial, para los vulnerables; que las policías, además de acompañar y auxiliar, sancionen y enseñen.

Mientras la inteligencia artificial no sustituya al conductor, que es muy probable que ocurra, será necesario prestarle la máxima atención. Además, sería muy conveniente que todo el bagaje de conocimientos de conductores, policías y expertos se pusiera al servicio de esos vehículos autónomos.

El autor pide perdón, si algunos de sus postulados han podido resultar falsos o inexactos, o han dañado

a alguien. Aunque, la facultad de quejarse aumenta con la edad, hay muchas de las críticas vertidas, que solo serán constructivas, si consiguen despertar el interés, la pasión y en especial la réplica.

Bibliografía

- [1] BAHAR, G.B. Integrated Safety Management Process. NCHRP REPORT 501. Transportation Research Board. , 2003.
- [2] Bundesamt für Justiz. Straßenverkehrs-Ordnung (Reglamento General De Tráfico). Alemania: , 2020.
- [3] CANO CAMPOS, T. El Régimen Jurídico-Administrativo Del Tráfico. Civitas-Thomson Reuters, 2010.
- [4] CORTINA, A. and MARTINEZ NAVARRO, E. Ética. Madrid: Ediciones Alcal, 2008.
- [5] Department for Transport. Reino Unido. The Highway Code Publicado:1 Octubre 2015. Revisado: 20 Agosto 2019..
- [6] DGC Dirección General de Carreteras. MITMA. Evolución Desde 1970 De Todas Las Redes. , 2020 En:<https://www.mitma.gob.es/carreteras/catalogo-y-evolucion-de-la-red-de-carreteras/evolucion-desde-1970>.

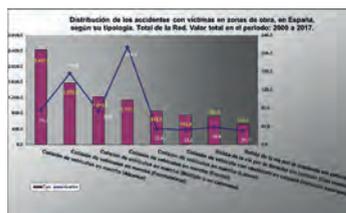
- [7] DGC Dirección General de Carreteras. MITMA. Tráfico En La Red De Carreteras Del Estado. Año 2018. , 2020 En: https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/comodin/recursos/2018general.pdf.
- [8] DGC Dirección General de Carreteras. Ministerio de Fomento. Anuario Estadístico De Accidentes En Las Carreteras Del Estado, 2018. Ministerio de Fomento. Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones, 2019.
- [9] DGT Dirección General de Tráfico. Parque De Vehículos 2018. 2020 En: <http://www.dgt.es/es/seguridad-vial/estadisticas-e-indicadores/parque-vehiculos/tablas-estadisticas/>.
- [10] DGT Dirección General de Tráfico. Censo De Conductores 2018. 2020 En: <http://www.dgt.es/es/seguridad-vial/estadisticas-e-indicadores/censo-conductores/tablas-estadisticas/>.
- [11] DGT Dirección General de Tráfico. Permisos Expedidos. 2020 En: <http://www.dgt.es/es/seguridad-vial/estadisticas-e-indicadores/permisos-conduccion/tablas-estadisticas/>.
- [12] DGT Dirección General de Tráfico. Ficheros Microdatos De Accidentalidad Con Víctimas, 2020 en: <http://www.dgt.es/es/seguridad-vial/estadisticas-e-indicadores/ficheros-microdatos-accidentalidad/>.
- [13] DGT Dirección General de Tráfico. Estudio Sobre La Prevalencia del Consumo de Drogas y Alcohol en Conductores de Vehículos de España (edap-15). , 2016.
- [14] DGT Dirección General de Tráfico. Anuario Estadístico De Accidentes 2018. ISSN 2445-0200.
- [15] HAUER, E. Workforce for Road Safety Management. Comunicación presentada en Highway Safety Workforce Planning Workshop San Antonio., 2002.
- [16] Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias Forenses. Hallazgos Toxicológicos en Víctimas Mortales de Accidente de Tráfico (2018). Ministerio de Justicia. 2018.
- [17] Legifrance. Code De La Route., 2020.
- [18] MINISTERIO DEL INTERIOR - DIRECCIÓN GENERAL DE TRÁFICO BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO. Código De Tráfico y Seguridad Vial., 13 de abril 2020, 2020.
- [19] National Committee on Uniform Traffic Laws. Uniform Vehicle Code and Model Traffic Ordinance. National Committee on Uniform Traffic Laws and Ordinances, 2000.
- [20] PEDROLA CUBELLS, J.V., SELMA MENDOZA, F., SANZ ABELLA, D. and SÁEZ VILLAR, J.P. Tipología De Accidentes con Ciclistas en Vías Urbanas e Interurbanas. Rutas: Revista De La Asociación Técnica De Carreteras, 2019, no. 178. pp. 37-47.
- [21] RAFTERY, S., OXLEY, J., THOMPSON, J. and WUNDERSITZ, L. Transportation of Children with Bicycle Seats, Trailers, and Other Carriers: Considerations for Safety. Adelaide, Australia: Centre for Automotive Safety Research. , 2016.
- [22] SANDT, L., THOMAS, L., LANGFORD, K. and NABORS, D. A Resident's Guide for Creating Safer Communities for Walking and Biking. Washington D.C.: FHWA. , 2015.
- [23] SARDI, P. Characteristics of Accident Involved Drivers Under the Influence, Results from Confidential Interviews. European Commission within the Sixth Framework Programme. , 2011.
- [24] WATKINS, K.E., et al. Bicyclist Facility Preferences and Effects on Increasing Bicycle Trips. NCHRP RESEARCH REPORT 941. TRB. , 2020.
- [25] ZOGBY, J. AASHTO Strategic Highway Safety Plan--Case Studies. NCHRP Research Results Digest, 2002, no. 265. ❖

“EL SABER NUNCA HA ESTADO TAN CERCA”



Descubre más en
www.atc-piarc.com

Análisis de la accidentalidad con víctimas, en zona de obras, en tramos interurbanos de las carreteras españolas, en el periodo 2000 a 2017



Analysis of accidents in sections of works on interurban spanish roads over the period 2000-2017

Comité Técnico de Seguridad Vial
Asociación Técnica de Carreteras (ATC)

Redactado por:

Roberto Llamas Rubio
Dirección General de Carreteras
MITMA

Pablo Sáez
ACEX
Asociación de Conservación y Explotación

El documento aborda la problemática, transcendencia y caracterización de la accidentalidad en carretera, de forma específica en las zonas de obras y en el periodo 2000 a 2017 y también hace una comparativa con varios subperiodos. Este documento es continuación de otros anteriores que abordó la misma problemática entre los periodos 2000-2007 y 2008-20012.

Se cuantifica la importancia y peligrosidad de la accidentalidad en zona de obras frente a la accidentalidad global, diferenciando la Red de Carreteras del Estado del resto de redes viarias. También se analiza la distribución semanal y horaria de la accidentalidad en zona de obras y se identifica la accidentalidad y mortalidad por tipo de accidente en dichas zonas. Finalmente se extraen unas conclusiones del estudio y análisis realizado.

The paper addresses the problem, significance and characterization of road accidents, specifically on construction sites and in the period from 2000 to 2017, and also makes a comparison with several sub-periods.

This paper is a continuation of other previous ones which addressed the same issue between the periods 2000-2007 and 2008-20012.

The importance and danger of accidents in work zones are quantified as compared with the global accident rate, differentiating the State Road Network from other road networks. Weekly and hourly distribution of the accidents in works zones is also analyzed and accidents and mortality are identified by type of accident in those zones. Finally, some conclusions are drawn from the study and analysis carried out.

Prólogo

Las obras en la carretera y en sus márgenes con incidencia en el flujo de la circulación son cada vez más frecuente y van adquiriendo mayor relevancia y preocupación entre los responsables de la gestión de la infraestructura y el tráfico. Las demandas de los usuarios y la mejora de los estándares de calidad por parte de los titulares de las carreteras, exigen que muchas de las actividades necesarias para un adecuado mantenimiento, reparación o reposición de elementos de la vía y su entorno se lleven a cabo manteniendo la circulación de los vehículos. De igual manera sucede, en la mayoría de los casos, con las actuaciones de reforma y mejora de las características de la vía para incrementar los niveles de seguridad vial. La realización de todo este tipo de actividades y operaciones, en las que existe una coexistencia con la circulación de los vehículos, conlleva interferencias con el tráfico rodado con el consiguiente aumento del riesgo de sufrir accidentes.

Es por ello, que se haya incrementado la sensibilización social ante este tipo de situaciones de circulación por vías en tramos en obra, demandando mayores medidas de seguridad para la circulación en dicho tramos así como la de los propios operarios que llevan a cabo tales actividades.

Esta inquietud por mejorar la seguridad en estos tramos de vía fue lo que

motivó al Comité Técnico de Seguridad Vial de la Asociación Técnica de la Carretera –ATC– a abordar su estudio y caracterizar su accidentalidad.

Así pues, dicho Comité se propuso, dentro de las actividades a llevar a cabo en durante el periodo anterior, analizar la problemática y trascendencia de la accidentalidad con víctimas en carretera en zona de obras en España. Se estudió este tipo de accidentalidad entre los años 2000-2007, basándose en los datos existentes en el registro oficial estadístico de accidentes de la Dirección General de Tráfico del Ministerio de Interior, complementado con la identificación de la red viaria dependiente de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.

Dicha labor fructificó con la presentación de una ponencia en el último Congreso Mundial de la Carretera celebrado en México en 2011.

Esta tarea ha continuado en el seno del Comité, analizando la evolución de la problemática de la accidentalidad en zona de obras en los últimos doce años, para lo que se ha actualizado el estudio, ampliándolo entre los años 2008 a 2012, estudiando el periodo completo 2000-2012, y realizando un análisis comparativo entre ambos subperiodos y entre lo acontecido en la Red de Carreteras del Estado (RCE) y en el resto de redes viarias dependientes de las Administraciones Regionales.

Reseñar que los datos considerados en cada uno de los accidentes

ocurridos en zona de obras, al igual que en el anterior estudio, y que han servido como base para el análisis realizado, han sido: carretera y titularidad, punto kilométrico, tipo de accidente, fallecidos, heridos graves, heridos leves, día/noche, día de la semana, hora, señalización de peligro y visibilidad señalización vertical.

Con la publicación de este artículo se culmina la labor realizada hasta ahora en este campo. En él se resumen los resultados más significativos de dicho análisis actualizado y comparativo realizado por uno de los subgrupos de actividad del Comité.

Debe destacarse que en los últimos años se han realizado notables esfuerzos en mejorar la seguridad de la circulación en los tramos en obra pero todavía hay margen de mejora (mayor credibilidad de la señalización implantada en estas zonas, adecuando ésta a la circunstancias verdaderamente existentes; mejorar e incrementar las medidas tendentes a adecuar la velocidad, atención y comportamiento de los conductores; aumentar la visibilidad y protección de los operarios, etc). Y en este propósito de reducir los accidentes y sus consecuencias en los tramos de carretera en obras debemos participar y comprometernos todos. Se trata de una responsabilidad compartida.

Por último y como Presidente del Comité Técnico de Seguridad Vial de la Asociación Técnica de la Carretera, quisiera expresar mi agradecimiento a todos los miembros que de alguna manera han participado y contribuido al trabajo desarrollado por el grupo anteriormente citado, y en especial a los autores de este artículo por su esfuerzo y dedicación.

**Por Roberto Llamas Rubio,
Presidente del Comité Técnico
de Seguridad Vial de la Asociación
Técnica de Carreteras (ATC)**



Preámbulo

El Comité Técnico de Seguridad Vial de la ATC, constituyó un Grupo de Trabajo (GT) a fin de analizar la accidentalidad con víctimas en zona de obras en tramos interurbanos en las carreteras españolas. Este GT, a finales del año 2008, elaboró un documento en el que se analizó la accidentalidad con víctimas en zona de obras, en tramos interurbanos, entre los años 2000 a 2007, según registros existentes en la base de datos de la Dirección General de Tráfico.

Posteriormente, se dio continuidad a aquel documento, a finales del 2013, ampliándose el periodo de estudio a los años 2000 a 2012.

En este documento se amplía el ámbito de análisis a los años 2013 a 2017. Con lo que se pretende analizar la evolución de la accidentalidad con víctimas, en tramos interurbanos en zona de obras entre los años 2000 a 2017.

Los datos considerados en cada uno de los accidentes entre 2013-2017, al igual que en los documentos anteriores, 2000-2007 y 2008-2012, y que han servido como base para el análisis realizado, han sido:

- Carretera
- Punto kilométrico
- Tipo de accidente
- Muertos
- Heridos graves
- Heridos leves
- Día/Noche
- Día de la semana
- Hora
- Señalización de peligro
- Visibilidad señalización vertical

Debiendo comentar que los dos últimos aspectos, la existencia de señalización y la visibilidad de la misma, debido al cambio en la recogida de información de los partes de accidentes por parte de la DGT que tuvo

lugar a partir del año 2014, no se les ha podido dar continuidad en este documento al análisis llevado a cabo en el periodo 2000 a 2012.

Vamos a seguir en este documento un planteamiento continuista en su desarrollo con los anteriores documentos, a fin de dar una continuidad a la totalidad del periodo 2000-2017.

1. Introducción

El primer dato a considerar en este estudio es la evolución que la accidentalidad y el número de muertes en carretera ha tenido a lo largo de estos años, comparando de un lado la evolución de accidentes y muertes en la totalidad de la red de carreteras en tramos interurbanos, con la accidentalidad y mortalidad en los tramos de obra interurbana.

En la Figura nº 1, en la que se recoge el número de accidentes, se observa un notable descenso en la accidentalidad tanto en el total de la red de carreteras interurbana como en los tramos de obra.

El número de accidentes con víctima en el total de la red, en zonas interurbanas pasan de un entorno de 45.000 en el año 2000 a un entorno de 37000 en el año 2017 (teniendo en cuenta el repunte de los años 2016 y 2017), mientras que el número de accidentes en tramos de obra interurbanos, se pasa de un entorno de 1150 en el año 2000 a 400 en el año 2017 (considerando, de forma análoga el importante repunte de los años 2015, 2016 y 2017).

La pendiente de la curva de descenso es mucho más acusada en el caso de los accidentes interurbanos en zona de obra (-63,1%) que en la totalidad de accidentes en la red de carreteras interurbanas (-16,2%). Ello no debe extrañar, pues es un claro índice del menor número de tramos de obra existentes, consecuencia directa de la disminución de la inversión en carreteras.

En la Figura nº 2, en la que se recoge la mortalidad, se observa una pendiente de la curva de descenso continua para la mortalidad en el total



Figura 1. Evolución de la accidentalidad en carretera, en tramos interurbano, y en zonas de obras. Periodo: 2000/2017.



Figura 2. Evolución de la mortalidad en carretera, en tramos interurbanos, y en zonas de obras. Periodo: 2000/2017.

de las carreteras interurbanas y una curva de descenso también continua para la mortalidad en los tramos de obra, pero con existencia de escalones en los que se ha mantenido o incrementado el número de muertes.

Al igual que ocurría con la accidentalidad, en la mortalidad la pendiente de la curva de descenso es mucho más acusada en el caso de accidentes interurbanos en zona de obra (-91,3%) que en la totalidad de accidentes en la red de carreteras interurbanas (-71,9%).

Así pues, se concluye que se ha producido una mayor disminución en la accidentalidad en las zonas de obras en este periodo 2000-2017 que la experimentada en la accidentalidad general, siendo además este descenso mayor en cuanto a la mortalidad que en los accidentes.

2. Importancia de la accidentalidad y mortalidad en zona de obras.

Para poder evaluar la importancia de la accidentalidad con víctima en zona de obras en las redes de carreteras se ha obtenido para cada periodo el porcentaje medio que representa el número de accidentes con víctimas en estas zonas con respecto al número total de accidentes con víctimas en el total de la red de carreteras interurbanas, diferenciando la Red de carreteras de la Administración Central, del resto de las administraciones.

Recordemos que en el periodo 2000 a 2007 la media de los accidentes con víctima en los tramos de obra se situaba en el 2,49, y ampliando el ámbito de estudio al periodo 2000/2012 este índice descendió hasta el 2,32. Y para el periodo 2013/2017 se produce un descenso mucho más acentuado quedándose en el 0,91. Por tanto, para la totalidad del periodo 2000/2017 el porcentaje

	2000/2007	2000/2012	2013/2017	2000/2017
En el total de la Red de carreteras de España	2,49	2,32	0,91	1,93
En la Red de carreteras de la Administración Central	1,02	1,04	0,40	0,86
En el resto de redes de las demás administraciones	1,47	1,28	0,50	1,07

	2000/2007	2000/2017	Variación
En el total de la Red de carreteras de España	2,49	1,93	-22,5%
En la Red de carreteras de la Administración Central	1,02	0,86	-15,7%
En el resto de redes de las demás administraciones	1,47	1,07	-27,2%

del número de accidentes con víctimas en zona de obra sobre el total de accidentes en la red de carreteras de España es del 1,93. Es decir se ha producido un descenso significativo debido, sin duda, al menor volumen de obras que se han venido realizando en los últimos años en las redes de carreteras de nuestro país, por efecto de la notable disminución en inversión en carreteras por las diversas administraciones.

Se produce un descenso entre 2000/2007 y 2000/2017 en el indicador para el total de la red de carreteras del -22,5%, mientras que en esos mismos periodos el descenso para la red de la administración Central es del -15,7% y en el resto de administraciones del 27,2%, tal y como podemos ver en la Tabla 2. Y se observa que se incrementa el “peso” de la accidentalidad en la Administración Central en el periodo 2000/2017, frente al 2000/2007 inicial, pasando de representar aproximadamente un 40% al 45%.

Recordemos lo ya apuntado en el anterior estudio sobre el cambio de tendencia entre 2000/2012 y el pe-

riodo 2000/2007, en el que se producía un cambio de tendencia ya que mientras en la Administración Central se seguía manteniendo un porcentaje similar en cuanto a número de accidentes, se producía un descenso significativo en el número de accidentes con víctimas en el resto de redes, posiblemente debido a que la disminución de las inversiones en carreteras han sido más acentuadas en este tipo de administraciones que en la Administración Central. Analizando el periodo 2000/2017 esta tendencia se ve acentuada aún más.

La evolución anual a lo largo del periodo 2000/2017, tanto para la Red de carreteras de la Administración Central como para el resto de redes de carreteras de las demás administraciones, con relación al porcentaje de número de accidentes, se puede ver en la figura 3.

Se observa que el peso que suponen los accidentes en zonas de obras respecto al total ha disminuido notablemente, pasando de representar un 2,5% en el año 2000 a un 1,1% en el 2017; es decir, una reducción de casi un 60%.

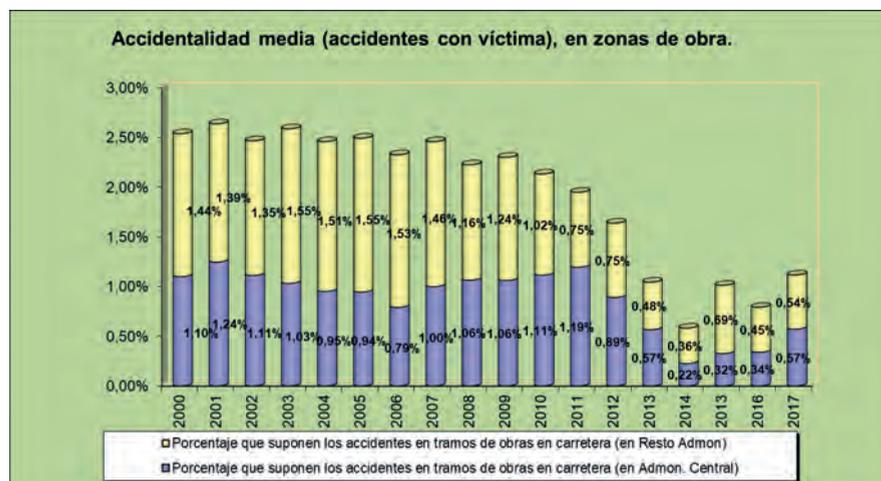


Figura 3. Accidentalidad media (accidentes con víctimas) en zonas de obra.

que el que se produce fuera de zona de obra.

Si realizamos un análisis de la evolución análoga a la realizada para el número de accidentes concluimos que: (tabla 4).

Se produce un descenso entre 2000/2007 y 2000/2017 en el indicador para el total de la red de carreteras del -17,3%, mientras que en esos mismos periodos el descenso para la red de la Administración Central es del -9,8% y en el resto de administraciones del -24,1%, tal y como podemos ver en la Tabla 4. Si bien ha descendido, esta disminución no ha seguido una tendencia homogénea a lo largo de los años.

Recordemos que en el anterior estudio se recogía un cambio de tendencia en el número de muertes entre los periodos 2000/2007 y 2000/2012, superando en valor el porcentaje que suponen en la Red de la Administración Central al del resto de administraciones. En el periodo 2000/2017 esa tendencia se consolida, pues, a pesar del fuerte descenso experimentado en el periodo, continúa estando por encima el porcentaje que representan en la red estatal (1,1%) al de otras redes (1,01%). En definitiva, estos porcentajes reflejan que el “peso” que suponen los fallecidos en la red estatal respecto al total de los fallecidos en zonas de obras es superior en el periodo 2000/2017 que en el inicial analizado (2000/2007), al representar este “peso” un 48% en el periodo inicial considerado (1,22 sobre 2,55) frente al 52% que supone en el 2000/2017 (1,10 sobre 2,11).

La evolución anual a lo largo del periodo 2000 a 2017, tanto para la Red de carreteras de la Administración Central como para el resto de redes de carreteras de las demás administraciones, con relación al porcentaje de muertes, se puede ver en la figura 4.

	2000/2007	2000/2012	2013/2017	2000/2017
En el total de la Red de carreteras de España	2,55	2,60	0,84	2,11
En la Red de carreteras de la Administración Central	1,22	1,30	0,58	1,10
En el resto de redes de las demás administraciones	1,33	1,30	0,26	1,01

	2000/2007	2000/2017	Variación
En el total de la Red de carreteras de España	2,55	2,11	-17,3%
En la Red de carreteras de la Administración Central	1,22	1,10	-9,8%
En el resto de redes de las demás administraciones	1,33	1,01	-24,1%

También se observa como el porcentaje de accidentes de este tipo en la Administración central viene siendo menor que en el resto de administraciones hasta el año 2010, que pasa a tener un mayor peso hasta el 2013, para a partir de ese año ser menor hasta el 2017, año en el que vuelve a superar ligeramente el peso de las otras administraciones (0,57 frente a 0,54, respectivamente), para totalizar en el conjunto de administraciones el 1,11%.

De forma análoga, si realizamos este análisis atendiendo no ya al número de accidentes con víctima sino

al número de víctimas mortales habidas en estos accidentes en zonas de obra, y tomamos el mismo índice del porcentaje de muertes en zona de obra sobre el total de muertes en carreteras, obtenemos que en el periodo 2000/2007 el índice es del 2,55, pasando al 2,60 en el periodo 2000/2012 y disminuyendo al 2,11 en el periodo 2000/2017. (Tabla 3)

Observamos que este indicador es mayor si atendemos al número de muertes que al número de accidentes, por lo que se concluye que se trata de un tipo de accidentalidad con un mayor riesgo de mortalidad

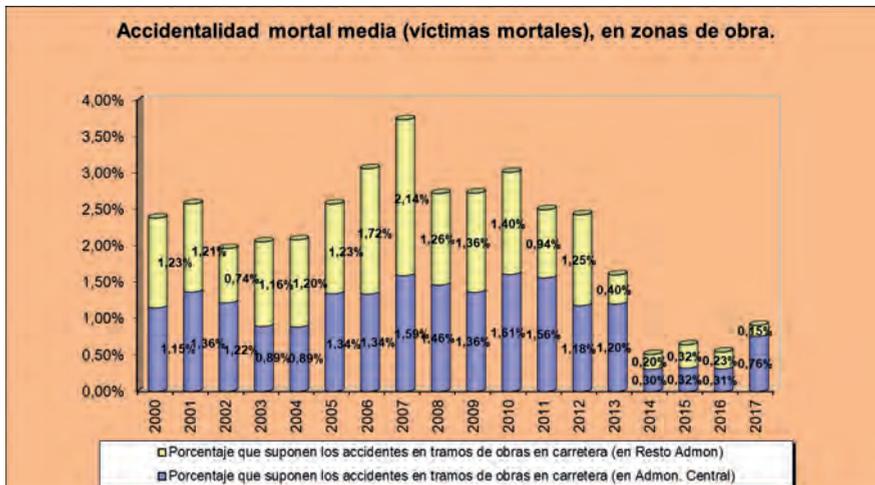


Figura 4. Número de muertes en zonas de obra, con relación al total de muertes en carretera.

	2000/2007	2000/2012	2000/2017
Número de accidentes	40,84	45,28	44,87
Número de muertos	48,46	50,46	52,90

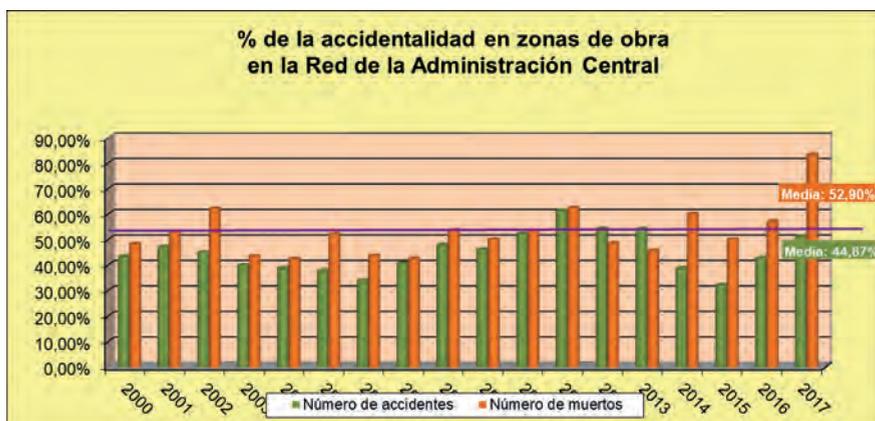


Figura 5. Porcentaje de accidentalidad en zonas de obra en la Red de la Administración Central.

Se puede observar que esta evolución anual no sigue el mismo patrón que el de los accidentes. Pues este peso de los fallecidos de la Administración Central sigue siendo menor al del resto de Administraciones sólo hasta el 2008 (frente al 2010 que lo era en accidentes) y a partir de entonces ya supera, en general ampliamente, el peso del resto de Administraciones hasta alcanzar un 0,76 frente al 0,15, lo que totaliza un 0,91%.

La problemática de este tipo de accidentes en zona de obra ya he-

mos comentado que pese a haber sufrido un descenso en cuanto al número total de accidentes, dicho descenso ha sido menor en lo relativo a la mortalidad de los mismos, por lo que la atención y credibilidad que se debe dar a la señalización de obra tanto por quien la coloca como por los conductores debe incrementarse.

Si nos centramos en la Red de carreteras de la Administración Central, en el periodo 2000/2007 tiene lugar el 40,84% del total del número de accidentes con víctimas acaecidos en zonas de obra, lo que suponía, ade-

más, el 48,46% del total de víctimas mortales en accidentes en zonas de obra en España. Estos datos pasaron en el periodo 2000/2012 a ser 45,28% y 50,46% respectivamente. Y en el periodo 2000/2017 alcanzan el 44,87% y el 52,90% respectivamente. Es decir, peses a un ligero descenso en el porcentaje al final del periodo considerado en lo relativo al número de accidentes, su mortalidad va en continuo crecimiento. Por lo que ahondamos en la peligrosidad de este tipo de accidentes en la red de la Administración Central frente al resto de redes. (Tabla 5)

Estos datos no hacen sino reflejar y acentuar lo ya comentado sobre el mayor “peso” que la Red de la Administración Central soporta en este tipo de accidentes tal y como se observa en la Figura 5.

En este análisis global de la accidentalidad en zonas de obras pasamos a analizar seguidamente la evolución de la gravedad en la totalidad de la red de carreteras en la totalidad del periodo 2000/2017 y de la peligrosidad (número de accidentes con víctimas por cada 100 accidentes) en los tramos de obra para esos mismos periodos.

La evolución la gravedad de los accidentes en las zonas de obras (entendida como víctimas mortales por cada 100 accidentes) observamos que en el último periodo considerado (2013/2017) se produce un importante descenso con relación a la serie de años anteriormente estudiada. En 2000 el índice de gravedad en zona de obras era de 9,9 en zona de obras, disminuyendo al 6,6 en 2012 y en 2017 este valor es tan solo de 2,9, lo que supone una reducción final del -71% desde el 2000. Frente al 10,5 de este mismo índice de gravedad para el total de la red en 2000, siendo el 4,5 en 2012 y 3,5 en 2017, suponiendo una disminución total del -67%. (Figura 6)

Así pues, destacar que la gravedad de los accidentes en zonas de obras ha disminuido algo más (4 puntos porcentuales) en este periodo 2000-2017 que la general en carretera, siendo actualmente inferior, pero no siempre ha sido menor que la general en estos 18 años analizados, ya que entre los años 2003 y 2012, ésta ha sido superior.

En lo relativo a la peligrosidad de los accidentes en zona de obras (definida como el número de accidentes en zona de obras por cada 100 accidentes totales) se observa que presenta una ligerísima disminución entre 2000 y 2009, pasando del 2,53 en 2000 al 2,30 en 2009, y a partir de este año la disminución pasa a ser mucho más importante, obteniéndose el valor mínimo en 2014, con 0,58, y llegando en 2017 a 1,11.

La disminución del índice de peligrosidad se debe al descenso en el número de accidentes en zona de obra, sin duda motivada por la no existencia de obras ya comentada anteriormente. (Figura 7)

Hasta aquí hemos analizado la importancia que la accidentalidad en zona de obra tiene con respecto a la accidentalidad total en la red de carreteras, fuera de zona urbana.

3. Distribución semanal de los accidentes con víctimas en zona de obras.

Ya se comentó en el anterior estudio, del periodo 2000/2012, que se había pasado de una media de 1.146 accidentes en zona de obra, en el periodo 2000/2007, a 1.011 accidentes en el periodo 2000/2012. Considerando el periodo 2000/2017, la media de accidentes con víctima en zona de obra ha quedado reducida a 822 accidentes, lo que supone una media anual de 46 accidentes en zonas de obras (frente a los 143 del periodo 2000/2007 y los 78 del



Figura 6. Evolución del índice de gravedad en el conjunto de la red y en la zona de obras.



Figura 7. Evolución del índice de peligrosidad de los accidentes en zona de obras.

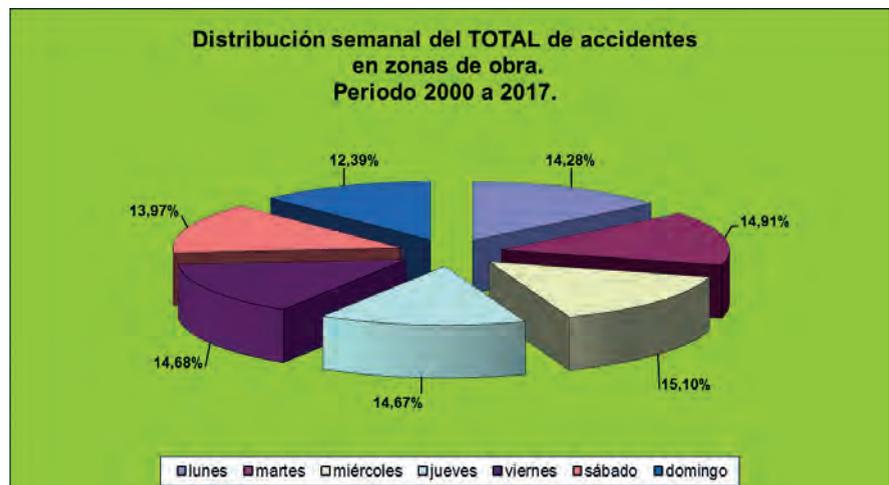


Figura 8. Distribución semanal de los accidentes con víctimas en zonas de obra.

2000/2012). Es decir, se ha producido una notable reducción (-67,8%) a lo largo de estos años.

En el periodo 2000/2017 atendiendo al día de la semana en que se han producido los accidentes, se observa un alto grado de homogeneidad en su distribución semanal, con un valor máximo del 15,10%, los miércoles, y el mínimo del 12,39%, los domingos. (Figura 8)

Además observamos que en los fines de semana el número de accidentes con víctimas en zona de obra

tienen un valor medio ligeramente inferior al del resto de los días de la semana (13,18% los fines de semana, frente al 14,73% de los días laborales). Debido, básicamente, a que el domingo es el día de menor porcentaje de accidentes de toda la semana, 12,39%, manteniéndose el sábado, con 13,97%, algo por debajo de la media de la accidentalidad de los días laborables.

Atendiendo al número de muertes producidas en accidentes en zona de obra se produce un notable des-

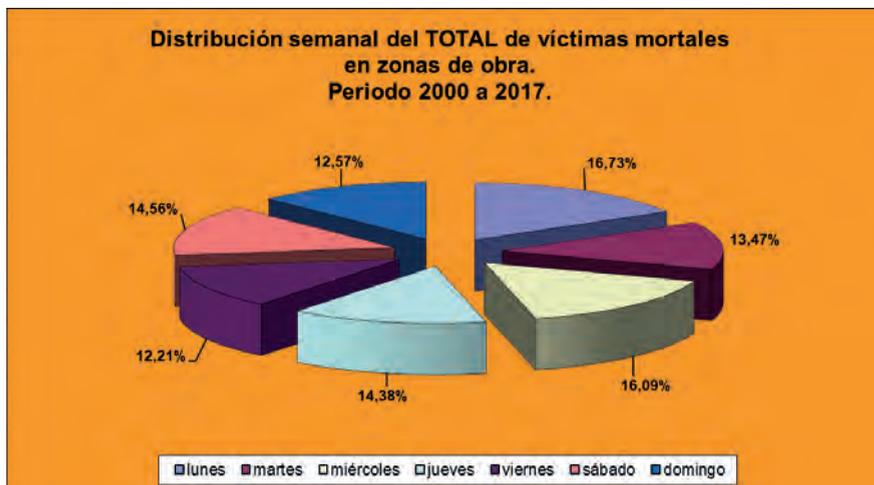


Figura 9. Distribución diaria semanal de víctimas mortales en zonas de obra.

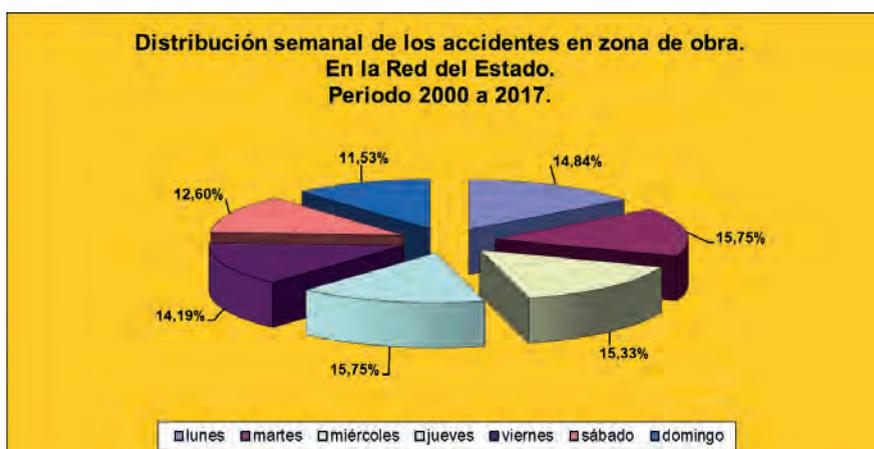


Figura 10. Distribución semanal de accidentes y víctimas mortales en zonas de obra, en la Administración Central.

censo desde el periodo 2000/2007 al 2000/2012, pues se pasa de 100 víctimas en el primero de ellos a tan solo 81 en el segundo. Y ampliando el estudio al periodo 2000/2017 el número de víctimas medio es de tan solo 61.

Con relación a la distribución diaria semanal del número de víctimas

mortales por accidentes en las zonas de obra, señalar que se mantienen las mismas características entre los periodos de estudio. Siendo los lunes el día de mayor mortalidad, con un 16,73% y el viernes el de menor mortalidad con un 12,21% de las muertes.

Los fines de semana, la media de muertes es del 13,56%, frente al 14,57% de los días laborables, es decir, apenas un punto porcentual, cuando el número de accidentes presentaba un descenso en fin de semana 1,55. Lo que indica que la gravedad de los accidentes es mayor en fin de semana, o que la ocupación de los vehículos accidentados es más elevada en estos días. (Figura 9)

Por tanto, se puede concluir que la accidentalidad en zonas de obras es menor en los fines de semana, en torno a 1-1,5 puntos porcentuales pero es más grave.

Comparando los datos de accidentalidad en las carreteras de la Administración Central frente al total de carreteras del conjunto de administraciones, se concluye que en cuanto a número de accidentes éstos son menores en fin de semana en las carreteras de la Administración Central, en algo más de un 1% en sábado y domingo, mientras que en los días laborables el número de accidentes en las carreteras de esta administración es superior en algo menos de 0,5% en los días laborables.

Si nos fijamos en la distribución semanal de las muertes en las carreteras de la Administración y el resto de administraciones podemos observar que la mortalidad en fin de semana en esta administración es 0,6% inferior al del total de carreteras y la mortalidad en días laborables 0,25% superior.

En este estudio de accidentalidad en zona de obra en el periodo 2000/2017 se mantiene lo ya comentado en el periodo 2000/2007 y 2000/2012, en lo relativo a que en las zonas de obra no se mantiene los mismos parámetros que se obtienen para el conjunto de los accidentes con víctimas en las carreteras de España, en los que es durante el fin de semana cuando se registran más accidentes, siendo éstos además de

más gravedad. Por el contrario, en zona de obras se producen menos accidentes durante el fin de semana pero si son más graves que los ocurridos en el resto de los días de la semana. (Figura 10)

4. Tipología de la accidentalidad en zona de obra y su distribución horaria.

Pasamos a continuación a analizar la tipología de los accidentes con víctimas en zona de obra en el periodo 2000/2017.

De los datos recogidos en la Figura 11, se puede concluir que el alcance de vehículos es, con un 16,41% del total, el accidente más habitual (en el periodo 2000/2012 era del 15,09%), seguido, con un 10,62%, de los accidentes frontolaterales de vehículos en marcha en el periodo 2000/2012 era del 10,95%).

Estos dos tipos de accidentes han pasado de suponer el 30,33% de los accidentes en el periodo 2000/2007, a ser el 26,04% en el periodo 2000/2012 y el 25,71% en el 2000/2017.

Sin embargo, al igual que ya ocurría en el periodo 2000/2007 y 2000/2012 no son estos tipos de accidentes los que mayor porcentaje de muertos producen en el periodo de estudio 2000/2017. Y ello tanto en las carreteras de la administración central como en las pertenecientes al resto de las administraciones autonómicas y locales. (Figura 11)

En la Figura 12 se recogen los datos del número de muertes en los accidentes con víctimas más habituales en zona de obra, pudiendo observarse que la mayor incidencia se produce en las colisiones frontales (un 19,35%), como era previsible por la gravedad de este tipo de accidente. Le siguen las colisiones frontolaterales (14,10%) del total de muertos



Figura 11. Distribución del número de accidentes en zona de obra por su tipología.



Figura 12. Distribución porcentual de muertes en accidentes en zonas de obra, según tipología del accidente.

en este tipo de accidentes en zona de obra. Entre ambos suponen el 33,45% del total de muertes.

Aparece en tercer lugar, como ya ocurría en los análisis de los periodos 2000/2007 y 2000/2012 el atropello a peatón con el 9,31% de los fallecidos por accidentes en zona de obra.

Aparecen a continuación los alcances (6,78%), la colisión con vehículos en marcha (6,51%), las salidas por la derecha con colisión (4,25%). Las siguientes tipologías de accidentes ni superan el umbral del 4% de los fallecidos.

Estos seis tipos de accidentes representan el 60,31% de los fallecidos en zona de obra, aunque tan sólo su-

ponen el 48,95% de los accidentes.

Se ha analizado, además, buscando obtener un mejor detalle, la tipología de los accidentes en zona de obra en función de la administración titular de las carreteras, diferenciando la Administración Central del conjunto de administraciones.

No se encuentran en dicho análisis diferencias significativas, salvo el hecho de existir una menor dispersión en la tipología de los accidentes en la red de la Administración Central, así los ocho tipos de accidentes más frecuentes, que son los analizados, suponen el 66,04% en la Red del Estado, mientras que en el total de las administraciones suponen tan solo el 61,88%.

Por el contrario el análisis de los accidentes que mayor número de muertos generan en el total de la red de carreteras, correspondientes a los ocho tipos de accidentes considerados, suponen el 59,13% del total de muertes en accidentes en zona de obra, mientras que en la Red del Estado este porcentaje asciende hasta el 65,05%.

Se recoge en la Figura 13, la distribución de los ocho tipos de accidentes de mayor frecuencia en el periodo 2000/2017 e indicando el número de muertos que se han producido en dicho periodo en cada uno de los tipos de accidente.

En la Figura 14 se recoge la distribución de los diez tipos de accidentes de mayor número de muertos en el periodo 2000/2017 e indicando el número de accidentes de cada tipo que se han producido en dicho periodo en cada uno de los tipos de accidentes.

Según se observa en la distribución del número total de víctimas mortales y accidentes en zonas de obra, según su tipología, la gravedad de dichos accidentes no se corresponde con los accidentes más habituales. Apareciendo la tipología de atropello peatones y algunas tipologías de salida de vehículos por la derecha.

Para finalizar se procede al análisis de la distribución horaria de los accidentes con víctimas en zonas de obra para el periodo 2000/2017, resultando que el 30% de estos accidentes en España se producen entre las 20h y las 8h del día siguiente, porcentaje análogo al correspondiente al total de accidentes (no sólo los tramos de obras). En cambio, el porcentaje de víctimas mortales en accidentes de tráfico en tramos en obras durante el horario nocturno es del 42%, en el periodo considerado. (Figura 15)

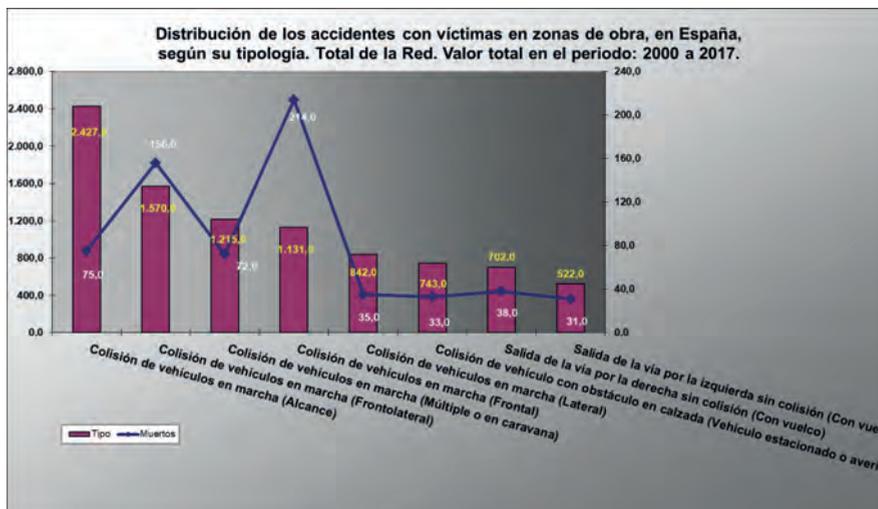


Figura 13. Total de accidentes y muertes por tipologías más frecuentes, en el total de la Red. Periodo 2000/2017.

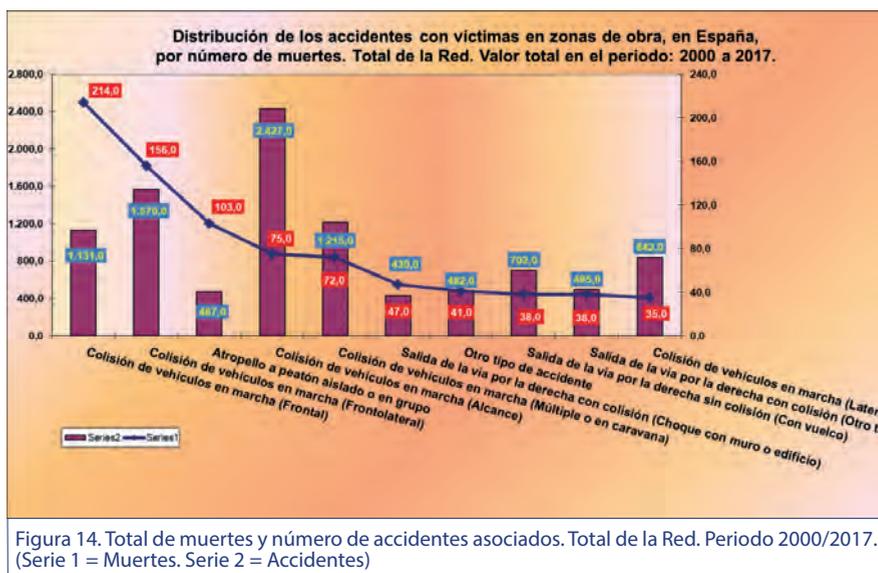


Figura 14. Total de muertes y número de accidentes asociados. Total de la Red. Periodo 2000/2017. (Serie 1 = Muertes. Serie 2 = Accidentes)

Concluyéndose que siendo el horario nocturno (entre las 20:00h y las 8:00h) el periodo del día con menor intensidad de tráfico es, sin embargo, el más peligroso. (Figura 16)

El índice de gravedad de los accidentes de tráfico nocturnos en los tramos de obra es un 62% superior al de los accidentes diurnos, al resultar un valor de 12,5 muertos por cada 100 accidentes durante la noche y de 7,7 durante el día, para el periodo de cálculo 2000/2017. Este incremento va en aumento, de forma importante, conforme avanza el periodo es estudio, así en 2000/2007 obteníamos un incremento del 50%, y en 2000/2012 se pasó al 56%.

Del análisis de cada uno de los periodos analizados se observa que la disminución del número de accidentes y muertes en los tramos de zona de obra en el periodo 2013/2017 lleva consigo un notable incremento en la peligrosidad de los accidentes en horario nocturno. (Tabla 6)

5. Conclusiones

Brevemente y como conclusiones finales más destacables se pueden apuntar las siguientes:

La mortalidad media anual en zona de obras en el periodo de 18 años analizado (2000-2017) es de 61 fallecidos al año mientras que en los



Figura 15 – Distribución de la accidentalidad por tramo horario de los accidentes en zona de obra.



Figura 16. Distribución del número de muertes por tramo horario de los accidentes en zona de obra.

	2000/2007	2000/2012	2000/2017
En horario diurno	7,6	7,0	7,7
En horario nocturno	11,4	10,9	12,5
Incremento nocturno/diurno	50%	56%	62%

primeros 8 años (2000-2007) fueron de 100, lo que supone una reducción media del -39%. Mayor ha sido la reducción experimentada en cuanto a los accidentes, al pasar de una media anual de 143 accidentes en las zonas de obras en el 2000-2007 a los 46 del periodo 2000/2017; es decir un -68%.

Se ha producido una disminución significativa en la accidentalidad en las zonas de obras en este periodo 2000-2017, siendo ésta mucho más acusada que la experimentado en la accidentalidad general, y tanto mayor en la mortalidad que en los accidentes con víctimas. Así, mientras en este periodo se redujeron en general los accidentes un -16% y los fallecidos un -72%, en las zonas de obras estas reducciones alcanzaron un -63% y un -91%, respectivamente.

Esto ha conllevado que el peso que suponen los accidentes en zonas de obras respecto al total haya disminuido también notablemente, pasando de representar un 2,5% en el año 2000 a un 1,1% en el 2017; es decir, una reducción de casi un 60%.

No obstante, la distribución de este porcentaje entre las diferentes administraciones de carreteras no ha seguido una misma línea, por cuanto que se ha incrementado el “peso” medio que supone la accidentalidad en zona de obras en la Administración Central respecto al total en el periodo 2000-2017 frente al 2000/2007, al pasar a representar un 45% frente al 41%, respectivamente, en cuanto a accidentes, y un 52% frente al 48% en el número de víctimas mortales. Este hecho, se podría justificar por la mayor disminución de las inversiones

en carreteras (y por tanto, menos zonas de obras) en los últimos años en las administraciones locales que en la Central.

A pesar del descenso general del porcentaje de accidentes y fallecidos en las zonas de obras respecto al total en carretera, esta tendencia descendente no ha sido homogénea en los diferentes periodos analizados entre las distintas administraciones (siendo común el descenso pronunciado experimentado en el último periodo 2013-2017 frente al anterior 2000/2012). Así, mientras en las administraciones locales si ha sido siempre descendente, en la Central ha experimentado altibajos en la evolución de dicho porcentaje puesto que aumentó en el periodo 2000/2012 frente al 2002/2007 (un +2% en accidentes y +6,5% en fallecidos) para bajar drásticamente en el siguiente periodo 2013-2017 (un -61,5% y -55,4% en fallecidos).

También se refleja en el análisis realizado el mayor riesgo de mortandad en las zonas de obras, al ser mayor el porcentaje medio de fallecidos en estas zonas frente al total de las carreteras (2,11 para el periodo 2000/2017) que el mismo porcentaje pero relativo a accidentes (1,93).

Por otro lado, de la evolución anual del peso distribuido entre administraciones que supone la accidentalidad en zona de obras se refleja un comportamiento algo diferente en cuanto los accidentes y los fallecimientos. Así, en cuanto a los accidentes, el porcentaje de accidentalidad de este tipo en la red vial de la Administración central viene siendo menor que el del resto de administraciones desde el 2000 hasta el año 2010, pasando a tener un mayor peso que el resto entre este año 2010 y el 2013, para ser menor hasta el 2017, año en el que vuelve a superar ligeramente el porcentaje de las otras administraciones (0,57 frente a

0,54, respectivamente), para totalizar en el conjunto de administraciones el 1,11%. Por el contrario, en lo relativo a fallecidos, este porcentaje de la Administración Central sigue siendo menor sólo hasta el 2008 (frente al 2010 que lo era en accidentes) y a partir de entonces ya supera, en general ampliamente, el peso del resto de Administraciones hasta alcanzar un 0,76 frente al 0,15, lo que totaliza un 0,91%. Como ya se ha comentado, quizás debido al descenso más acusado de la inversión en las Administraciones locales.

La gravedad de los accidentes en zonas de obras ha disminuido algo más (4 puntos porcentuales) en este periodo 2000-2017 que la general en carretera y siendo actualmente inferior, al pasar de 9,9 en el año 2000 a 2,9 en el 2017 (-71%), frente al 10,5 y 3,5, respectivamente (-67%). Sin embargo, la gravedad en las obras no siempre ha sido menor que la general en estos 18 años analizados, ya que entre los años 2003 y 2012, ésta ha sido superior.

Sin embargo, aunque la peligrosidad en zona de obras (definida como el número de accidentes en obras por cada 100 accidentes generales) también ha disminuido (un -56%), al

pasar de 2,53 en el 2000 a 1,11 en 2017, realmente es a partir del 2010 hasta el 2014 cuando resulta muy significativa esta disminución, alcanzando el mínimo en el 2014 (0,58) para a partir de entonces aumentar hasta el actual 1,11.

En cuanto a la distribución semanal de la accidentalidad en zonas de obras, destacar que ésta es menor en los fines de semana, en torno a 1-1,5 puntos porcentuales menos (aproximadamente un 13% del total frente al 14,5% de los laborables), pero es más grave. Así, se refleja que la punta de accidentes suele suceder a mitad de la semana (miércoles) mientras que el menor número ocurre en fin de semana, produciéndose el mínimo los domingos. Por el contrario, en cuanto a víctimas mortales se refiere, si bien también es menor en los fines de semana, el día con mayor mortalidad suele ser los lunes y el de menor los viernes.

Además, en general, se produce un menor número de accidentes y víctimas mortales en zona de obras en los fines de semana en las carreteras del Estado (un 1-0,6 puntos porcentuales menos, respectivamente) que en las del resto de administraciones mientras que es mayor en los

días laborables (un 0,5-0,6 puntos porcentuales más).

Los tipos de accidentes más habituales en zona de obras son los alcances y las colisiones frontolaterales, que representan aproximadamente algo más de la cuarta parte, pero no son los que más gravedad conllevan (ocasionan el 21% de los fallecidos). En cambio la tipología que mayor número de víctimas mortales ocasionan son las colisiones frontales (19%) y frontolaterales (14%), que provocan una tercera parte de los fallecidos. Le siguen los atropellos en tercer lugar, al ocasionar el 9% de los fallecidos en zonas de obras.

Asimismo destacar que durante el horario nocturno la accidentalidad en obras es más peligrosa ya que en dicho horario se producen aproximadamente el 30% de los accidentes en zonas de obras y este porcentaje se eleva al 42% en los fallecidos ocurridos en esa franja horaria (de 20 a 8h), a pesar que de ser el periodo horario con menor intensidad de tráfico. Además reseñar que la gravedad de estos accidentes nocturnos en zona de obras ha aumentado en estos años, siendo dicha gravedad un 62% superior a la de los accidentes diurnos.

Por último, destacar que si bien se ha reducido la accidentalidad, tanto en número de accidentes como en víctimas mortales, en las zonas de obra, esta reducción experimentada ha sido menor en cuanto a la mortalidad que en los accidentes, por lo que se recomienda extremar las precauciones necesarias y, fundamentalmente, prestar una especial atención a la señalización de obra tanto por parte de los conductores como por los responsables de implantar dichas señales, debiendo éstos tener un cuidado especial con la credibilidad de esta señalización para que resulte realmente efectiva. ❖



www.normativadecarreteras.com



Legislación y normativa técnica de carreteras
Acceso libre y gratuito

Texturas superficiales para pavimentos de hormigón de próxima generación con baja sonoridad (NGCS)



Surface Textures for Next Generation Low Noise Concrete Pavements (NGCS)

César Bartolomé Muñoz
Sergio Carrascón Ortiz
Jesús Díaz Minguela
Ricardo López Perona
Rafael Rueda Arriete

Instituto del Cemento y sus Aplicaciones (IECA)
Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Este artículo es un compendio de dos ponencias presentadas en Simposio Internacional de Carreteras de Hormigón, celebrado en Berlín en junio del 2018. Las dos ponencias en que se basa este artículo son:

- "GRINDING: THE NEW TECHNIQUE FOR LOW-NOISE AND EVEN CONCRETE SURFACES" de los autores R. Alte-Teigeler y T. Alte-Teigeler.

- "NEXT GENERATION CONCRETE SURFACE (NGCS). FINALLY A QUIET AND SUSTAINABLE ROAD PAVEMENT?". De los autores B. Vanhooreweder, P. De Winne, A. Scheers, L. Rens y A. Beeldens.

y se presenta como un estado del arte sobre las técnicas de reducción de ruido en pavimentos de hormigón.

Varias son las técnicas de acabado de superficies en los firmes rígidos o pavimentos de hormigón, como el hormigón cepillado y la textura de árido visto. La superficie de hormigón de próxima generación (NGCS) es una nueva técnica nacida en los Estados Unidos y desarrollada para reducir el ruido de rodadura, utilizando un microfresado con disco de diamante, que permite, además, mejorar la regularidad y la resistencia al deslizamiento de las superficies. Otra técnica utilizada es el ranurado, que mejora la evacuación del agua de la superficie del pavimento de hormigón.

Varios proyectos de investigación han estudiado la capacidad para reducir la emisión de ruido de estas superficies producidas por el microfresado con

disco de diamantes, incluyendo todo tipo de simulaciones por ordenador, de pruebas de laboratorio y tramos experimentales a escala real. Así, en el laboratorio se han microfresado probetas con diferentes grosores y espaciado de las cuchillas y con diferentes composiciones del hormigón con el objetivo de generar distintas superficies de hormigón texturizado. Todos estos parámetros afectan considerablemente a la reducción de la emisión de ruido.

Se han construido tramos experimentales donde se ha analizado la emisión de ruido de numerosas secciones de carreteras microfresadas con disco de diamante. Así pues, se han estudiado varias secciones de nueva construcción, donde se ha variado el grosor y la separación de las cuchillas del disco de acuerdo con los resultados obtenidos en el laboratorio y con el fin de optimizar la reducción de la emisión de ruido. Las conclusiones muestran que esta técnica no solo reduce el ruido, sino que además proporciona buena durabilidad en lo que a esta reducción concierne. Según estudios recientes, el microfresado puede, además, reducir la resistencia a la rodadura y, por tanto, el consumo de combustible y las emisiones de CO₂. Gracias a la movilidad de las cuchillas, es posible generar una textura negativa con una ranura más profunda entre las que se insertan cuatro ranuras menos profundas en la dirección longitudinal. Esta técnica se puede aplicar tanto en pavimentos de nueva generación o nueva construcción, como en pavimentos existentes.

This article is a compendium of two papers presented at the International Symposium on Concrete Roads, held in Berlin in June 2018. The two papers on which this article is based are:

- "GRINDING: THE NEW TECHNIQUE FOR LOW-NOISE AND EVEN CONCRETE SURFACES" by the authors R. Alte-Teigeler and T. Alte-Teigeler.

- "NEXT GENERATION CONCRETE SURFACE (NGCS). FINALLY A QUIET AND SUSTAINABLE ROAD PAVEMENT?" by the authors B. Vanhooreweder, P. De Winne, A. Scheers, L. Rens and A. Beeldens.

and it is presented as a state of the art on noise reduction techniques in concrete pavements.

There are several techniques for surface finishing on concrete pavements, such as brushed concrete and exposed aggregate texture. The Next Generation Concrete Surface (NGCS) is a new technique born in the United States and developed to reduce rolling noise, using a diamond disc for grinding, which also improves the uniformity and skid resistance of the surfaces. Another technique used is surface grooving that improves the evacuation of water from the surface of the concrete pavement.

Several research projects have studied the ability to reduce the noise emission of these surfaces produced by diamond disc grinding, including all types

of computer simulations, laboratory tests and experimental sections on a full scale. Thus, it has been grinded in the laboratory with a machine to produce textured concrete surfaces in which it was allowed to change the thickness and spacing of the diamond blades and to which another condition is added, such as the composition of the concrete. All these parameters greatly affect the reduction of noise emission.

The noise emission behaviour of several grinding road sections with diamond discs have been carried out and examined in experimental sections. Thus, several sections of new construction have been studied, where the thickness and separation of the diamond blades has been varied according to the results obtained in the laboratory in order to optimize the reduction of noise emission. The conclusions show that this method, called grinding, reduces not only this noise, but provides good durability as far as this reduction be concerned. According to recent studies, the grinding can also improve the resistance to the rolling and, therefore, the consumption of fuel and the CO2 emissions. Thanks to the mobility of these diamond blades, the negative texture has been rectified with 1 deeper groove and 4 shallow grooves in the longitudinal direction, a technique that can be applied both in new generation/new construction concrete pavement, as in existing concrete pavement.

1. Introducción

La textura superficial de los firmes afecta significativamente la emisión de ruido derivada de la interacción neumáticos/pavimento, debido tanto a las vibraciones de los neumáticos, como a los procesos aerodinámicos que se producen entre los neumáticos y la superficie del pavimento que conducen a la emisión de ruido. En Alemania, el microfresado con discos de diamante se ha utilizado con éxito durante muchos años para mejorar la resistencia al deslizamiento y la regularidad del pavimento de hormigón, pero se ha observado que este fresado también tiene un efecto favorable sobre la emisión de ruido. Sin embargo, hasta ahora no se sabía qué texturas generadas por el microfresado son las más adecuadas para la reducción de ruido. En diferentes proyectos de investigación se ha estudiado el efecto sobre los niveles de ruido de varios de los parámetros de diseño del microfresado (por ejemplo, VILLARET 2013).

Existen diferentes técnicas de acabados superficiales para pavimentos de hormigón, tales como el cepillado o la textura de árido visto (TAV). El acabado superficial de última generación (NGCS por sus siglas en inglés) es una nueva técnica que nació en los EE. UU para reducir el ruido de rodadura, consistente en una combinación de ranurado longitudinal y un rectificando obtenido mediante el microfresado con disco de diamante. De esta forma se logra que los discos de diamante generen una textura negativa en la dirección longitudinal obteniéndose una ranura profunda (ranurado) cada cuatro ranuras poco profundas (rectificado). Esta técnica que se puede utilizar tanto en nuevas superficies de hormigón, como en pavimentos existentes.



Figura 0. Aspecto de una sección de una realización en Bélgica [2]

2. Microfresado y ranurado

La textura del microfresado con disco de diamante se genera al realizar un corte sobre la superficie de hormigón de profundidad variable entre 3 y 5 mm, con un tambor en el que se montan una serie de discos.

Los segmentos con punta de diamante y ancho variable, están situados en el borde de los discos. La separación de los discos se establece mediante espaciadores como muestra la figura 1 y es normalmente de 3 mm.

La textura del microfresado consiste en ranuras y áreas que sobresalen, es decir, las zonas entre ranuras consecutivas. El ancho de las ranuras está de-

terminado por el ancho de los segmentos y el ancho de las áreas que sobresalen por la separación de los segmentos determinada por el grosor del espaciador. La Figura 2 muestra un cabezal de corte o tambor de microfresado y una textura superficial típica.

El ranurado se genera al hacer rotar los discos de diamante en un tambor de accionamiento giratorio sobre la superficie del pavimento, en cuyo caso, y en contraste con el microfresado, los discos están separadas más de 10 mm con una profundidad de las ranuras de entre 3 y 6 mm. Este método se usa principalmente para mejorar el drenaje del agua superficial (ver figura 3).

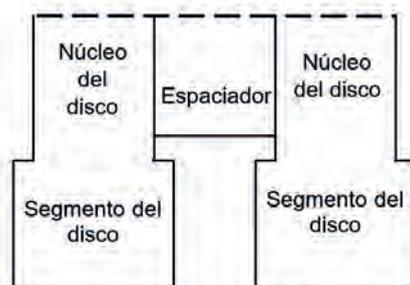


Figura 1. Configuración típica para el microfresado [1]



Figura 2. izquierda: tambor de microfresado y derecha: textura típica de microfresado con discos de diamante [1]



Figura 3. Textura de ranurado por disco de diamante [1]

3. El microfresado en Alemania

En Alemania, tradicionalmente se usaban tambores de 80 a 100 cm de ancho para microfresar el pavimento, siendo los más modernos de 140 cm, ya que, a mayor anchura, se aumenta el rendimiento y se reducen las áreas superpuestas al reducir las bandas de fresado, que a menudo producían una apariencia superficial diferente y, por lo tanto, características superficiales diferentes. Mientras se realiza este fresado, varios sensores controlan continuamente la altura del

tambor para garantizar la regularidad deseada de la superficie, por lo que la máquina debe transferir suficiente peso al cabezal de corte para evitar la flotación a altas velocidades de avance.

El material fresado se retira por succión al vacío en la zona del cabezal de corte directamente hasta un camión para su transporte, por lo que no es necesaria una limpieza adicional y la carretera puede abrirse al tráfico inmediatamente después del microfresado.



Figura 4. izquierda: tambor de microfresado y derecha: textura típica de microfresado con discos de diamante [1]

3.1. Investigaciones sobre las características de las diferentes superficies existentes microfresadas

En 2010 y 2011, el Instituto Federal de Investigación de Carreteras (BAST) estudió diferentes secciones de carreteras con pavimento de hormigón que habían sido microfresadas con disco de diamante como actividad regular de mantenimiento, debido fundamentalmente a la falta de regularidad y de resistencia al deslizamiento de las superficies del pavimento de estas secciones específicas. Para investigar el po-

tencial de reducción de ruido, los niveles de ruido se midieron con los métodos normalizados SPB y CPX. En la Figura 5 se muestra el nivel de ruido SPB medido para un vehículo a una velocidad de 120 km/h. En comparación con el valor de referencia de 85,2 dB(A) según (RLS-90), las secciones de carretera medidas muestran una reducción de ruido de 2,4 a 3,0 dB(A).

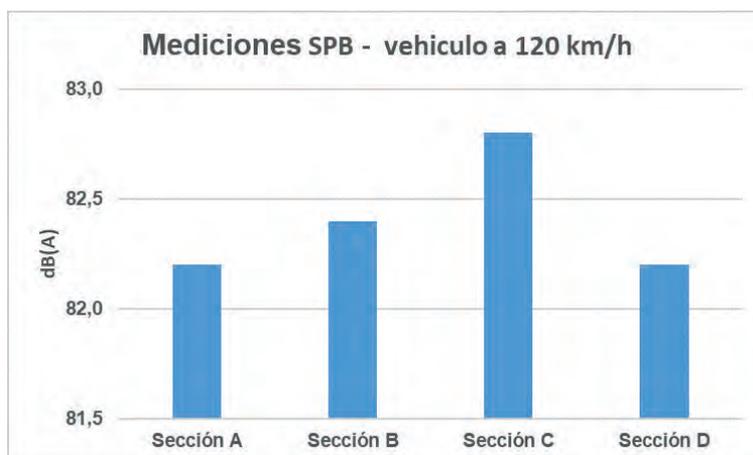


Figura 5 – Mediciones SPB de las superficies generadas mediante microfresado (BAST) [1]

Además de sus características superficiales, se investigaron otras secciones de microfresado a diferentes edades (Villaret 2011). La siguiente tabla (Tabla 1) muestra los resultados de las mediciones de resistencia al deslizamiento con el método SKM realizándose las mediciones a 80 km/h y con una antigüedad del microfresado variable de entre uno y diez años.

Para un pavimento de nueva construcción, el nivel mínimo requerido de resistencia al deslizamiento es 0,46 medido a una velocidad de 80 km/h, siendo al final del período de garantía, el mínimo requerido de 0,40. En general, las secciones estudiadas presentan un alto nivel de resistencia al deslizamiento (ver tabla 1).

Tabla 1. Medidas de adherencia de superficies microfresadas (BASt) [1]

Carretera	Año de microfresado	Edad en años	μ SKM (80 km/h)
1	2010	1	0,84
3	2009	2	0,71
7	2005	6	0,63
24	2001	10	0,66
115	2004	7	0,55

3.2. Ensayos de laboratorio

Para los ensayos de laboratorio, se diseñó una microfresadora que utilizaba los discos y los espaciadores comunes y se texturizó la superficie de varias probetas de hormigón, modificando numerosos parámetros, como la distancia entre los discos.

Al principio, con la idea de excluir el efecto del árido grueso sobre la textura y lograr una superficie uniforme, las pruebas de laboratorio se fabricaron con mortero. En la primera parte de los ensayos de laboratorio, se varió el grosor de los espaciadores para determinar su efecto sobre la geometría de la textura y, por lo tanto, la emisión de ruido. Los espaciadores tenían entre 1,0 y 20,0 mm de espesor. El ancho de los segmentos de fresado se mantuvo en 3,2 mm y la profundidad de la ranura fue de 3 mm. La Figura 6 muestra la textura de las probetas de mortero.

Para evaluar la reducción de ruido de las superficies, se determinó la textura de la superficie utilizando un perfilómetro láser según DIN EN 29053, midiéndose también la resistencia al flujo de aire de las superficies inducida por la textura.

En base a los resultados de estas mediciones, el ruido esperado producido por las superficies se predijo con el modelo SPERoN® (explicación física estadística del ruido de rodadura), que consiste en un método de modelado del ruido producido por la interacción neumático/pavimento desarrollado durante la última década con el propósito de predecir el efecto de las propiedades del pavimento sobre el ruido neumático/pavimento.

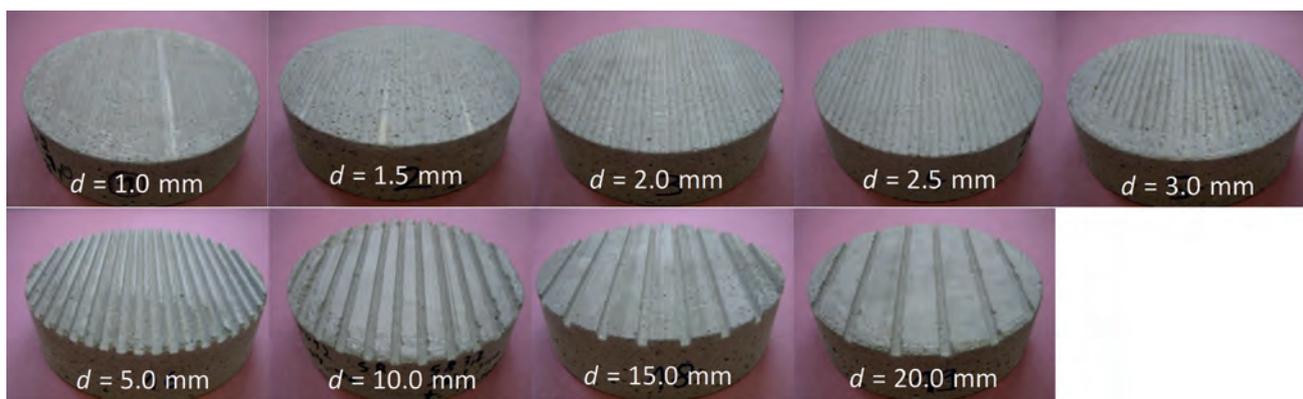


Figura 6. Ranuras en las probetas de mortero, espesor variable de los espaciadores [1]

El nivel de presión acústica $L_{CPB,calc}$ se calcula a partir de la textura de la superficie y la resistencia al flujo inducida por la textura. $L_{CPB,calc}$ es el nivel esperado de ruido en un punto receptor a una distancia de 7,5 m del centro del carril en estudio y una altura de 1,2 m sobre el suelo. Los niveles calculados son similares a los resultados de las mediciones de SPB, pero debe tenerse en cuenta que el ruido del motor no se consi-

dera en el modelo SPERoN y que el modelo no ha sido validado para superficies anisotrópicas (diferentes en las direcciones longitudinal y transversal). La Figura 7 muestra la resistencia al flujo inducida por la textura y el nivel de presión acústica calculado $L_{CPB,calc}$ para diferentes espesores de los espaciadores, para el neumático Michelin Energy 3A con un ancho de 195 mm y a una velocidad de 120 km/h.

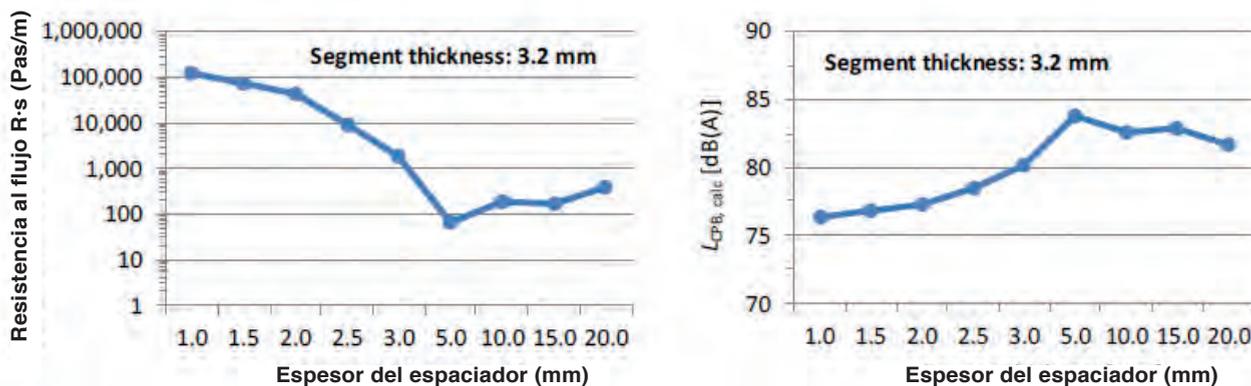


Figura 7. Resistencias de flujo y niveles de presión acústica calculados para las muestras [1]

3.3. Secciones de ensayo

En base a los resultados del ensayo en laboratorio, se construyeron diferentes secciones de prueba como parte de un proyecto de investigación y, entre ellas, la autopista A13 cerca de Mittenwalde. Debido a una baja resistencia al deslizamiento, la superficie de un pavimento de hormigón de 12 años de edad se microfresó y se ranuró en un carril, variando la distancia entre ranuras (Tabla 2), consiguiendo así una textura

de microfresado constante sobre una textura ranurada con una distancia entre ranuras que variaba entre los 10 y los 20 mm. De esta manera, fue posible determinar el efecto estos parámetros sobre la resistencia al deslizamiento superficial. Según Figura 8, se puede observar que la resistencia al deslizamiento es mucho mayor que la requerida para los pavimentos de nueva construcción (0,46 μ SKM).

Textura	Microfresado		Ranurado	
	Ancho del segmento (mm)	Distancia entre segmentos (mm)	Ancho del segmento (mm)	Distancia entre segmentos (mm)
1	2,8	1,8	2,8	10
2				15
3				20

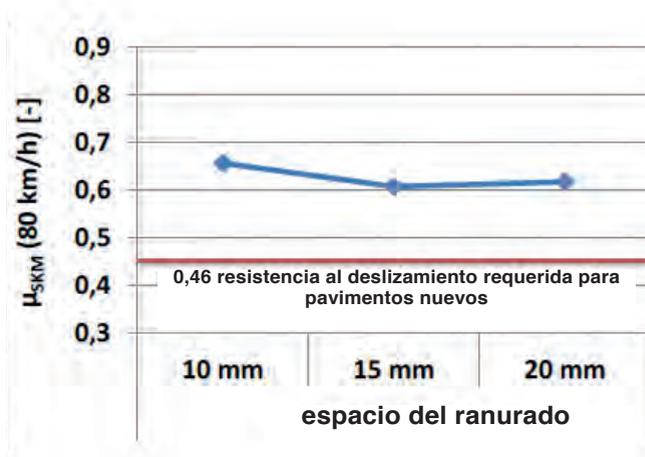


Figura 8. Microfresado y ranurado con distancia de ranuras 20 mm (fuente VKI) y Resistencia al deslizamiento (valor SKM) según la distancia de las ranuras [1]

Las características de ruido se midieron mediante el método de paso controlado (CPB). Aunque los resultados no son extrapolables al método del paso estadístico (SPB), dan una pista sobre el rango donde se pueden ubicar los resultados de SPB.

La figura 9 muestra que la emisión de ruido disminuye al aumentar el espacio entre ranuras. Se reduce la parte aerodinámica del ruido debido a la mayor distancia entre los canales, puesto que el aire tiene

menos posibilidades de fluir. Con una distancia de 20 mm, el nivel de ruido es de 80,9 dB(A), que comparado con el valor de referencia de 85,2 dB(A) (para SPB), significa una reducción de ruido de 4,3 dB(A).

Como las mediciones de CPB se realizaron con neumáticos representativos utilizados habitualmente, se supone que la textura investigada puede proporcionar una reducción de ruido de 4 dB(A).

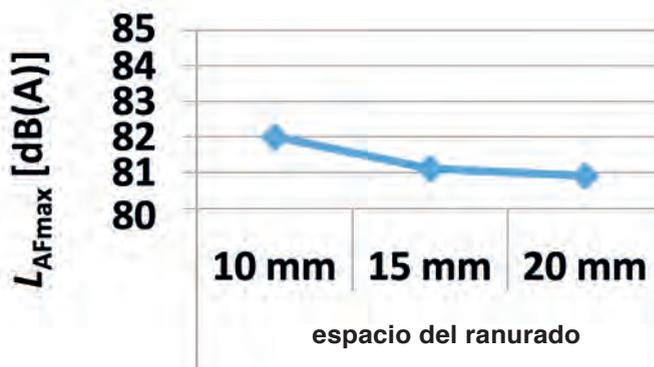


Figura 9. Efecto del espacio entre surcos en el nivel de ruido (CPB) [1]

4. Ejemplo de aplicación en Bélgica

La primera experiencia en Bélgica se realizó en octubre de 2015 en la carretera nacional N44 en Maldegem y consistió en dos perfiles diferentes, ejecutados sobre un pavimento de hormigón con juntas existente con textura de árido visto construido en 1958 (con espesor entre 23 y 25 cm).

El grosor y el diámetro de los discos de diamante son iguales para ambos perfiles, con la única diferencia de los espaciadores (ver tabla 3 y figuras 10 y 11), que resultan mucho más estrechos para el primer perfil con un ancho de 1,5 mm frente a los 3 mm del se-

gundo. Teniendo en cuenta el sobrecanto de 0,4 mm del segmento en relación con la cuchilla, se forman crestas en la superficie superior de 1,1 mm de ancho, que en el caso del perfil 2, con espaciadores mucho más anchos (de 3,0 mm), forma crestas con un ancho de 2,6 mm.

Para determinar el efecto de esta nueva textura superficial en el nivel de ruido, antes y después del trabajo, se efectuaron mediciones del ruido de rodadura mediante los métodos de proximidad cercana (CPX) y las mediciones de paso estadístico (SPB).

Tabla 1. Medidas de adherencia de superficies microfresadas (BASt) [1]

Perfil	Ranurado longitudinal: cuchilla del segmento	Microfresado: cuchilla del segmento	Espaciador
1	Espesor: 2,8 mm Diámetro: 363 mm Prof. ranura: ± 4 mm	Espesor: 2,8 mm Diámetro: 356 mm Prof. ranura: ± 1 mm	1,5 mm
2	Espesor: 2,8 mm Diámetro: 363 mm Prof. ranura: ± 4 mm	Espesor: 2,8 mm Diámetro: 356 mm Prof. ranura: ± 1 mm	3,0 mm

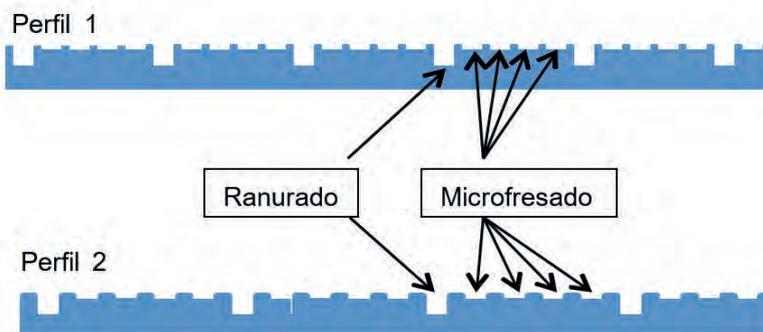


Figura 10. Detalle de los 2 perfiles usados [2]

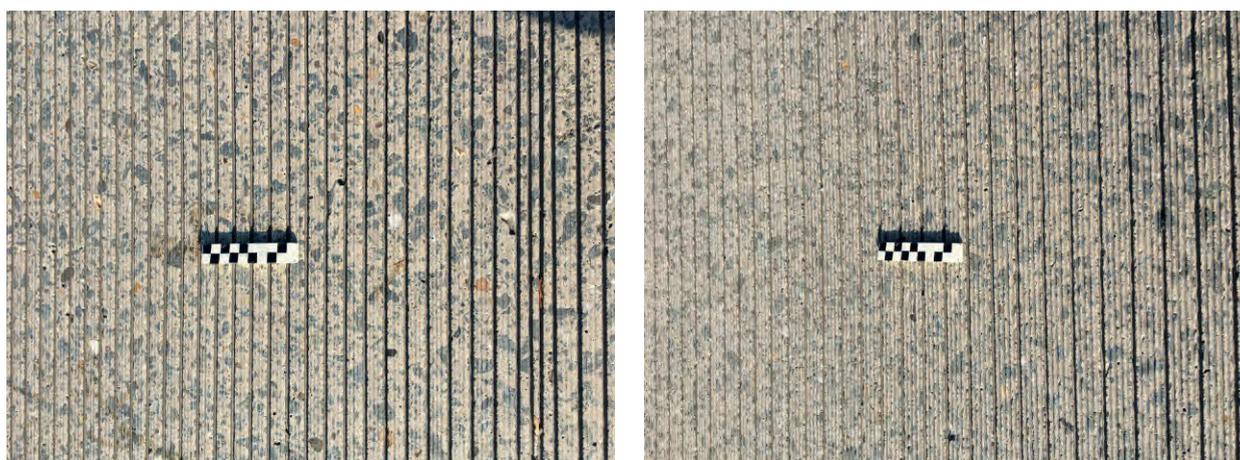


Figura 11. Detalle de la sección de prueba de NGCS en Bélgica. [2]

4.1. Mediciones CPX (método de proximidad cercana)

4.1.1. Método de medida

El método de proximidad cercana (CPX) es un método de medición acústica mediante el cual el ruido producido por el contacto entre el neumático y la superficie de la carretera se mide con un remolque de medición (ver figura 12). El propósito del método CPX es evaluar tanto la producción de ruido como la regularidad del pavimento de la carretera. El ruido de rodadura de los neumáticos de referencia se mide con 2 x 2 micrófonos montados cerca de la superficie de contacto del neumático con el pavimento de la carre-

tera en dos cajas acústicamente aisladas instaladas en el chasis del remolque (figura 13). Este remolque de medición se conduce sobre la superficie de la carretera a una velocidad de referencia de 50 u 80 km/h y las mediciones se realizan en clima seco.

Como resultado, se obtiene el nivel de ruido en tramos de 20 metros y el espectro de la carretera completa. La estandarización de este método de medición se establece en la norma ISO 11819-2 [3].



Figura 12. Remolque CPX [2]

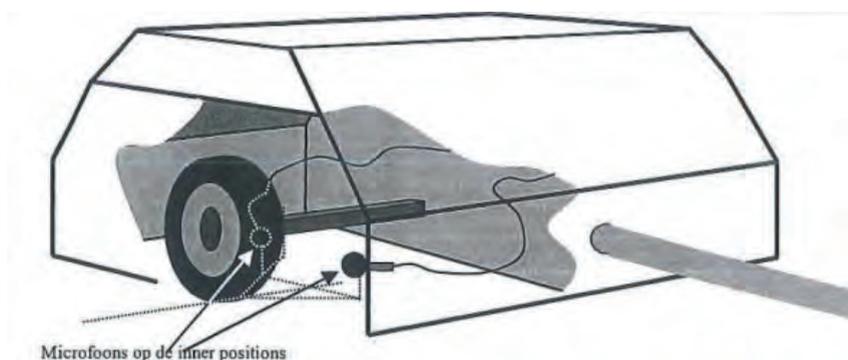


Figura 13. Estructura interna del remolque CPX [2]

4.1.2. Resultados de las mediciones

En ambas secciones de prueba se realizaron mediciones previas con el remolque CPX a 80 km/h con los neumáticos de referencia, SRTT y AVON AV4. Los neumáticos SRTT simulan el comportamiento de un neumático de automóvil mientras que el neumático AVON AV4 simula el de un vehículo pesado. Las mediciones

muestran que con el neumático SRTT el nivel de ruido CPXP de la textura de árido visto original está entre 101,1 y 101,4 dB (A), es decir entre 2,1 y 2,4 db (A) más alto que la referencia belga SMA-C (SMA de 10 mm). Con el neumático del camión, el nivel de CPXH está entre 99,6 y 100,0 dB (A).

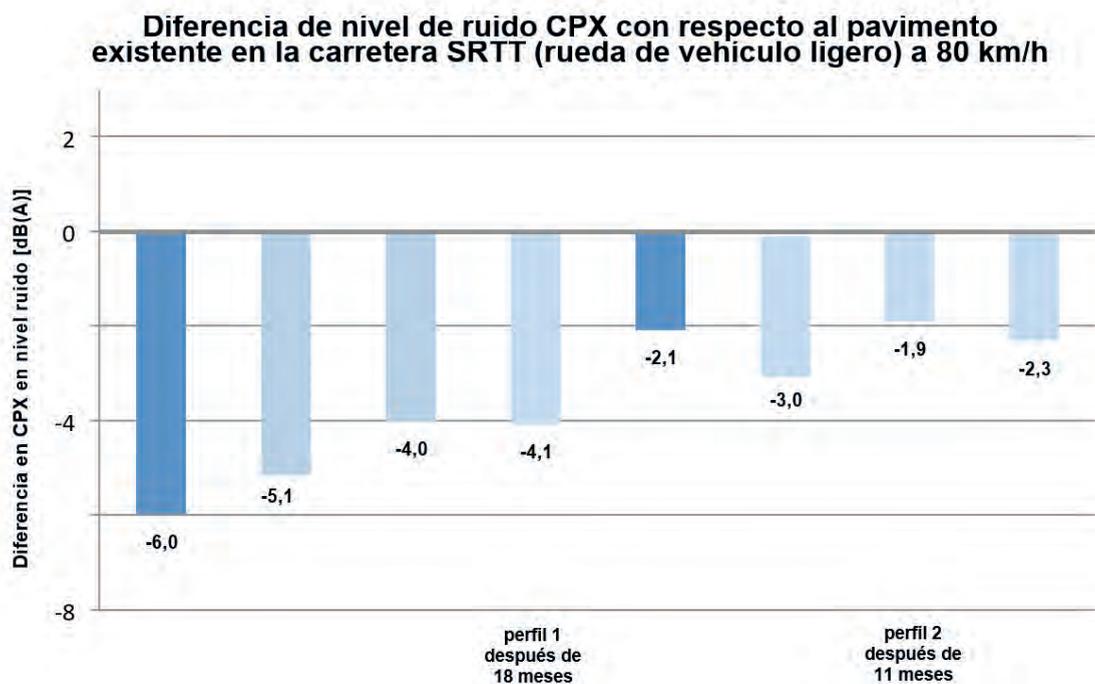


Figura 14. Diferencia entre el nivel de ruido CPX con respecto al pavimento existente en la carretera a 80 km/h para vehículos ligeros [2]

Las mediciones de CPX se repitieron 1, 5, 11 y 18 meses después de ejecutar un acabado superficial de última generación (NGCS). Las Figuras 14 y 15 muestran la diferencia en el nivel de CPX en comparación con el pavimento existente.

Para el primer perfil, inmediatamente después del tratamiento, se determinó un nivel de ruido CPX para un neumático de referencia SRTT de 95,2 dB (A). Es decir, 6 dB (A) más silencioso que la textura existen-

te y 4.1 dB (A) más silencioso que el pavimento de referencia belga SMA-C. El nivel de ruido alcanzado es comparable al de un pavimento AGT (capa de rodadura asfáltica silenciosa) tipo I [4]. Seis meses y un año después, el nivel de ruido había aumentado aproximadamente 1 dB (A) para después permanecer estable. Para las mediciones con el neumático de camión AVON AV4, el nivel de CPX permanece prácticamente igual a lo largo del tiempo:

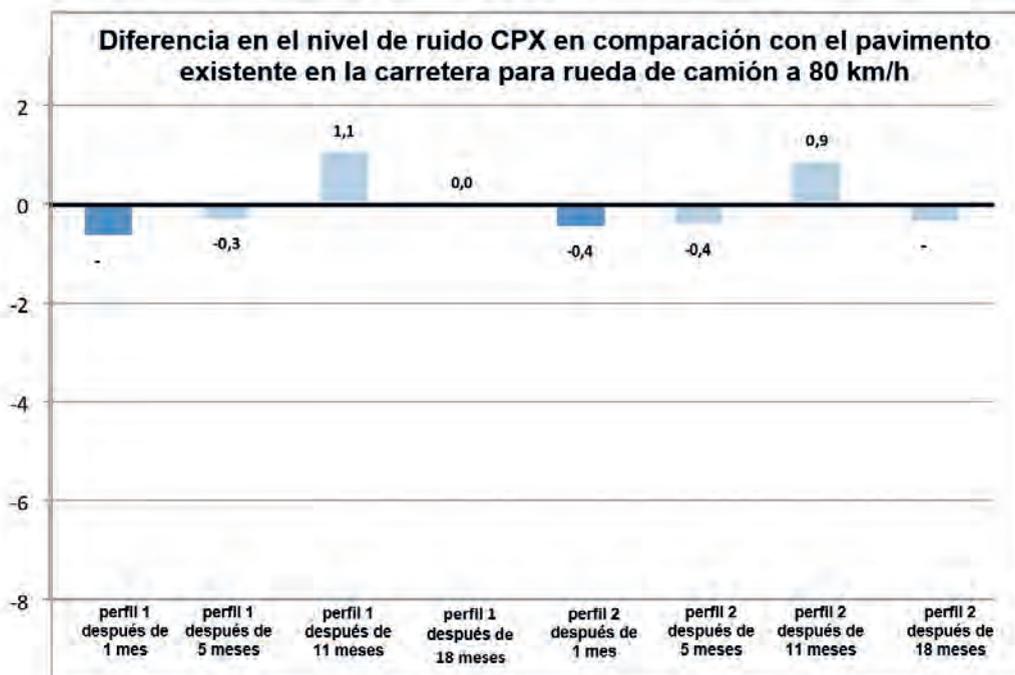


Figura 15. Diferencia en el nivel de ruido CPX con respecto al pavimento existente en la carretera a 80 km/h para camiones [2]

Para el segundo perfil, después de la ejecución de la textura NGCS, se midió un CPXP de 99.3 dB (A), permaneciendo estable a lo largo del tiempo. Este nivel de ruido es similar al de pavimento de referencia SMA-C, y en comparación con la textura existente, la reducción es de 2.1 dB (A). Con el neumático de camión AVON AV4, el nivel de CPX es similar al del pavimento existente.

Las figuras 16 y 17 muestran el espectro de ambos perfiles antes y justo después de la ejecución NGCS. Está claro que, para el primer perfil, con los espacia-

dores más estrechos, hay una gran reducción del nivel de ruido en todas las bandas de frecuencia, tanto en las frecuencias altas como en las bajas. La textura mucho más fina y negativa asegura que los neumáticos vibren mucho menos y emitan menos ruido a bajas frecuencias. Por otro lado, la presencia de las ranuras permite que el aire escape mucho más fácilmente que en un pavimento denso y da lugar a una reducción en las frecuencias altas. Un fenómeno similar se observa para el neumático de camión (AVON-AV4). Para el perfil 2, sin embargo, solo es visible una reducción constante del nivel de ruido.

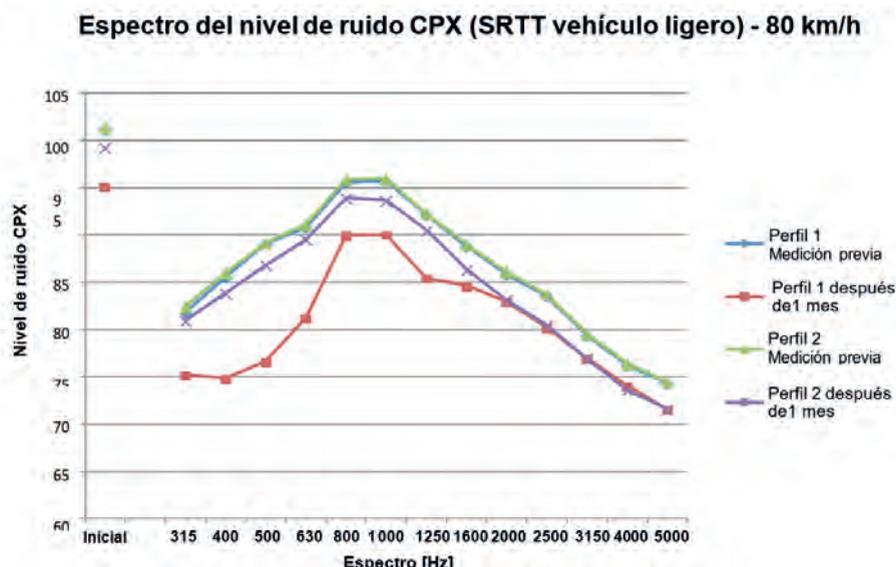


Figura 16. Espectro del CPX a 80 km/h antes y justo después de la ejecución de NGCS para los 2 perfiles y vehículo ligero [2]

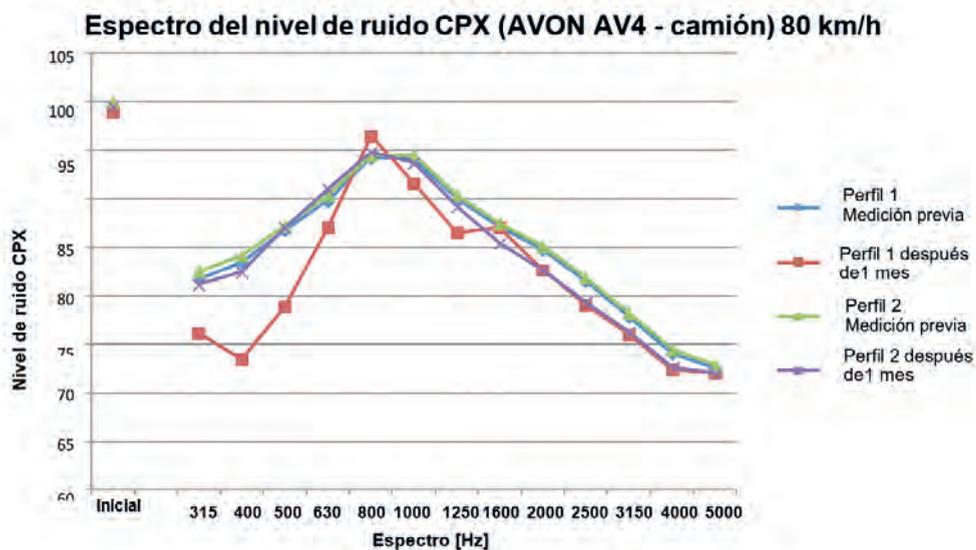


Figura 17. Espectro del CPX a 80 km/h antes y justo después de la ejecución de NGCS para los 2 perfiles y para camión [2]

Estas figuras (18, 19, 20 y 21) muestran los espectros directamente después de la construcción y también seis meses, un año y año y medio después. Estas cifras muestran que los niveles de ruido después de

11 y 18 meses aumentan en las frecuencias más altas, lo que probablemente se deba a que las ranuras se colmatan.

Perfil 1 – Espectro de nivel de ruido CPX (SRTT– vehículo ligero)

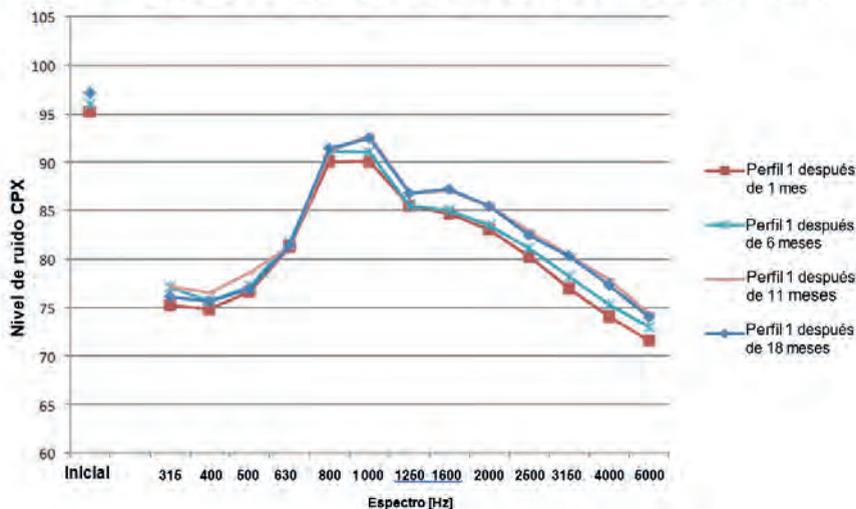


Figura 18. Espectro del CPX a 80 km/h antes del NGCS y al cabo de 1, 6, 11 y 18 meses para el perfil 1 para vehículo ligero [2]

Perfil 1 – Espectro de nivel de ruido CPX (AVON – camión) 80 km/h

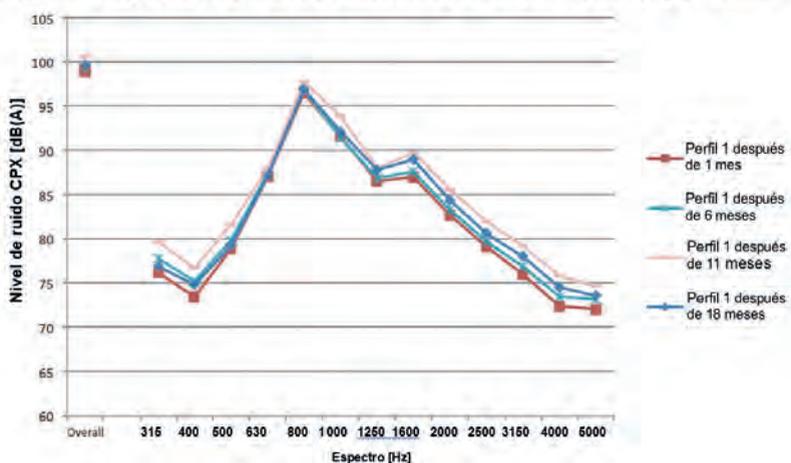


Figura 19. Espectro del CPX a 80 km/h antes del NGCS y al cabo de 1, 6, 11 y 18 meses para el perfil 1 para camión [2]

Perfil 2 – Espectro de nivel de ruido CPX (SRTT – vehículo ligero) 80 km/h

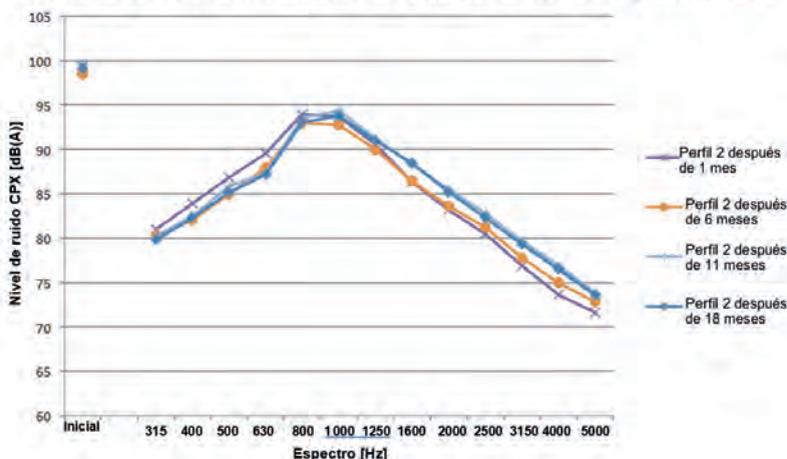


Figura 20. Espectro del CPX a 80 km/h antes y justo después del NGCS, al cabo de 1, 6, 11 y 18 meses para el perfil 2 y vehículo ligero [2]

Perfil 2 – Espectro de nivel de ruido CPX (AVON – camión) 80 km/h

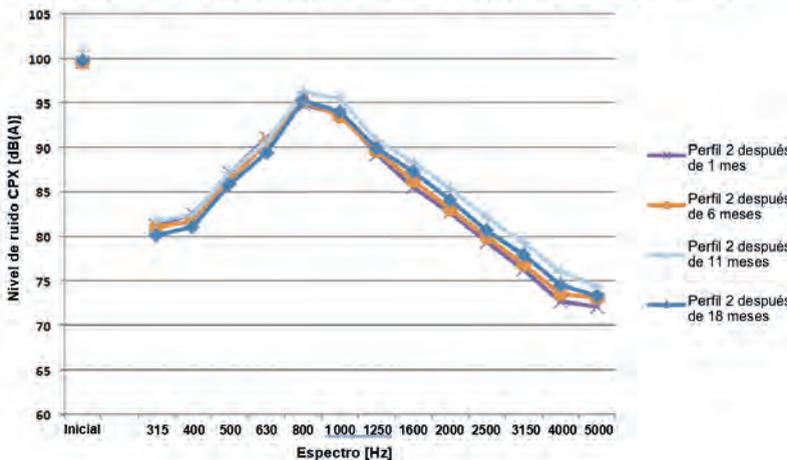


Figura 21. Espectro del CPX a 80 km/h antes y justo después del NGCS, al cabo de 1, 6, 11 y 18 meses para el perfil 2 y camión [2]

4.2. Metodo de medida SPB (Statistical Pass-By/ Paso Estadístico)

4.2.1. Método de medida

El método de paso estadístico (SPB) es una medida del ruido a una velocidad determinada de turismos y vehículos pesados, realizándose el registro del ruido en una posición situada en el lateral de la calzada para un número elevado de vehículos. El propósito del método SPB es establecer con precisión las propiedades acústicas de ciertas texturas superficiales para vehículos ligeros, medianos y pesados y para diferentes velocidades.

El método SPB está definido en la norma ISO 11819-1 [5]. En él se coloca un micrófono a 7,5 m del eje de la calzada y a una altura de 1,2 m (ver figura 22), midiendo el nivel de ruido máximo LA_{max} para

cada vehículo y registrando la velocidad de paso.

Para cada categoría de vehículo, los resultados se procesan en un diagrama de dispersión en el que se muestra el nivel de ruido máximo LA_{max} en función del logaritmo de la velocidad. A partir de este diagrama, se determina la regresión lineal por lo que el valor SPB obtenido es solo representativo del nivel medio de ruido de una categoría de vehículo, para una textura superficial concreta y para una determinada velocidad estándar. Durante el procesamiento de resultados, el espectro también se analiza en bandas de octava.



Figura 22. Método del paso estadístico (SPB) [2]

4.2.2. Resultados de las mediciones

Los niveles de ruido SPB medidos se muestran en la figura 23. Para el perfil 1 que es más fino, la reducción de ruido alcanza aproximadamente los 6 dB(A) para vehículos ligeros y los 4 dB(A) para vehículos pesados, manteniéndose bastante estable en el tiempo.

Para el perfil 2, el nivel de ruido sigue siendo aproximadamente el mismo para los automóviles, mientras que para tráfico pesado se mide una reducción de casi 4 dB(A) que asciende a aproximadamente 2 dB(A) un año después del tratamiento.

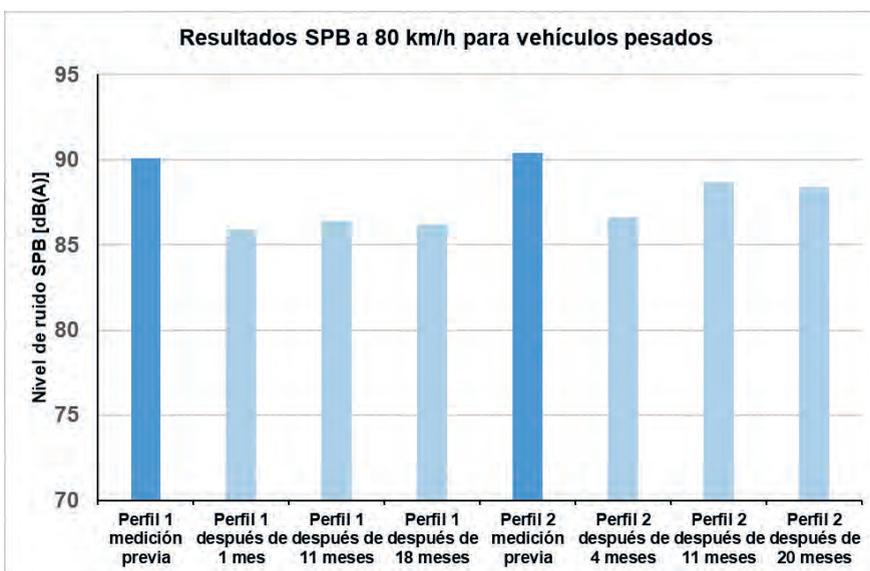
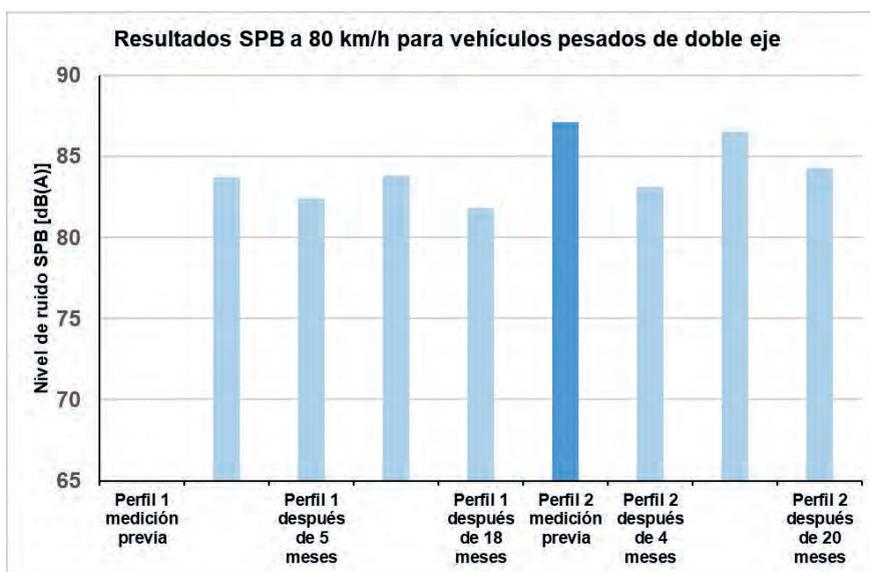
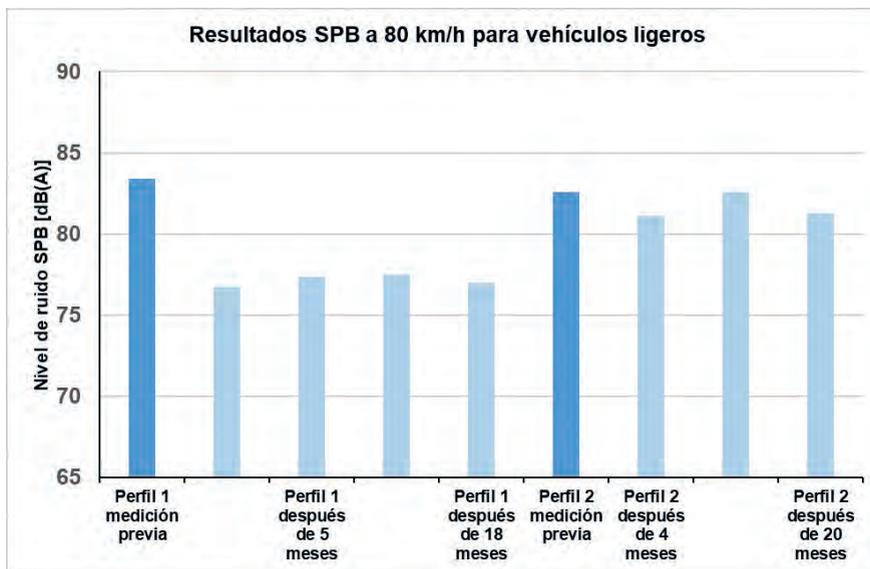
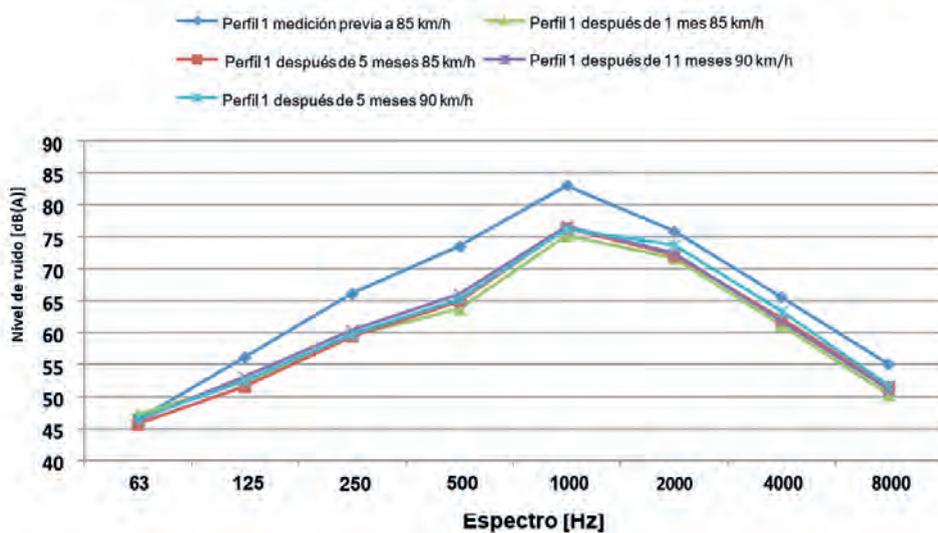


Figura 23. Resultados de SPB a 80 km / hora para vehículos ligeros (arriba), vehículos semipesados (medio) y vehículos pesados (abajo) antes y 1, 5, 11 y 18/20 meses después de la construcción [2]

Los análisis de frecuencia para el primer y segundo perfil muestran que para los vehículos pesados hay una reducción constante en el nivel de ruido en cada

banda de octava (ver figuras 24 y 25). Para vehículos ligeros, la reducción para el primer perfil es mayor en la banda de frecuencia de 500 Hz.

Perfil 1 - Espectro de mediciones SPB para vehículos ligeros a la velocidad de referencia 85 y 90 km/h



Perfil 1 - Espectro de mediciones SPB para vehículos pesados multieje a la velocidad de referencia 80 km/h

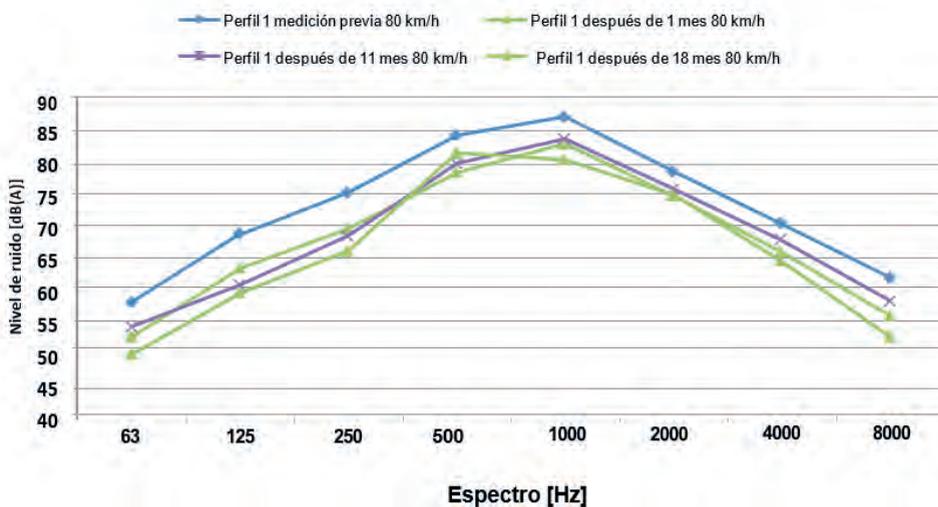


Figura 24. Espectro de resultados SPB para vehículos ligeros y pesados antes y después del tratamiento con NGCS para el perfil 1[2]

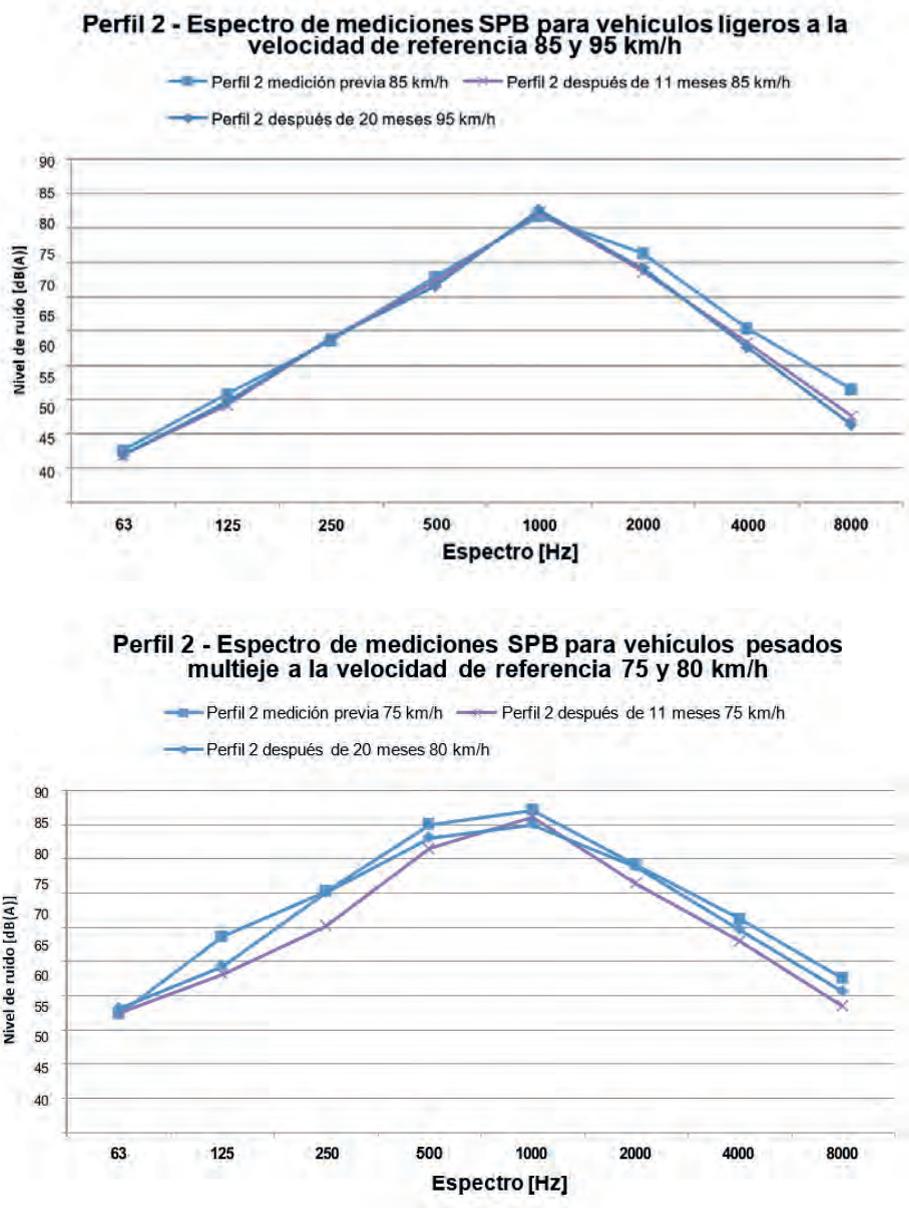


Figura 25. Espectro de resultados SPB para vehículos ligeros y pesados antes y después de la ejecución de NGCS para el perfil 2 [2]

5. Resistencia al deslizamiento y macrotextura

Analizando las mediciones de textura con SeitenKraftMessverfahren (SKM), se observa que la macrotextura en el proyecto piloto disminuyó considerablemente. Sin embargo, las mediciones de resistencia al deslizamiento con el SKM muestran que el coeficiente de rozamiento transversal de ambos perfiles es suficiente (coeficiente de rozamiento transversal $\geq 0,45$ cada 10 m [7]).

El método de medición SKM se establece en la especificación técnica CEN/TS 15901-8 [6]. Los resultados de la medición de resistencia al deslizamiento y macrotextura se pueden ver en la figura 26.

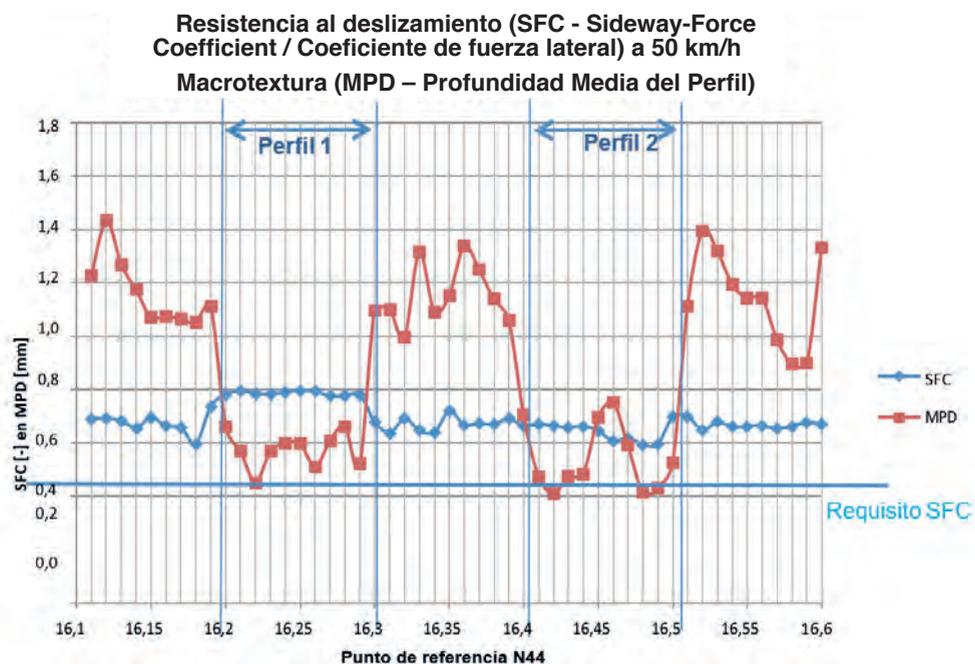


Figura 26. Resistencia al deslizamiento y macrotextura [2]

6. Conclusiones

Hasta ahora, el microfresado se usaba principalmente para mejorar la resistencia al deslizamiento y la regularidad de los firmes, pero las investigaciones, especialmente los tramos de prueba han demostrado que el rectificando con discos de diamantes a distancias variables es una buena alternativa a la textura de árido visto en pavimentos de hormigón para la obtención de superficies duraderas y de bajo nivel ruido. Varios proyectos de investigación han estudiado la influencia de la separación de los discos y de los segmentos en el nivel de ruido, así como en la resistencia al deslizamiento.

Las pruebas de laboratorio demostraron que la reducción del nivel de ruido es mayor en las texturas microfresadas con disco de diamante y con anchos de separación muy bajos. Por otro lado, para lograr una resistencia al deslizamiento suficiente, se necesita alcanzar un nivel mínimo de rugosidad, lo que se puede lograr mediante ranuras adicionales más anchas y más espaciadas en las superficies del pavimento. A partir de los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio, se han construido, a escala real, algunos tramos de prueba.

Los primeros resultados muestran que las superficies microfresadas pueden proporcionar una buena

resistencia al deslizamiento y una reducción del nivel de ruido de hasta 4 dB (A). En base a estos resultados, se considera recomendable que, en la próxima versión de la normativa española, el microfresado se implemente como un tratamiento superficial óptimo en pavimentos de hormigón de nueva construcción (al menos consideramos oportuno que se incluya en el mantenimiento).

En el futuro se deben estudiar texturas diferentes para obtener mejoras adicionales en los niveles de ruido y en la resistencia al deslizamiento.

Por otro lado, los efectos del microfresado sobre la resistencia a la rodadura son interesantes, ya que una disminución de este parámetro, aunque sea leve, supone un ahorro significativo en el consumo de combustible y, por lo tanto, unas menores emisiones de CO₂ (básicamente por menor rozamiento y mejor regularidad).

Las mediciones del ruido de rodadura por el Método de Proximidad Cercana (CPX) realizadas inmediatamente después de la ejecución de una textura NGCS, muestran que el nivel de ruido de los automóviles disminuyó en 6 dB (A) en comparación con la textura de árido visto existente y en comparación con el pavimento de referencia SMA-C, el nivel de ruido fue de hasta 4 dB (A) menor.

Un año después, la diferencia con la textura existente para el primer perfil asciende hasta los 4 dB (A), para permanecer estable durante los siguientes seis meses, constituyendo una solución durable incluso para el caso de camiones, en los que el ruido de rodadura se mantiene prácticamente igual.

Con las mediciones de Pase Estadístico (SPB), que son más relevantes para el tráfico pesado que las mediciones de CPX, se mide una reducción de ruido de

varios dBs (A) para estos vehículos pesados. Con los espaciadores más anchos (perfil 2), la reducción de ruido es mucho menor.

De esto podemos concluir que el NGCS es una textura silenciosa, especialmente para automóviles. Pero además se trata también de una técnica duradera, cuya comprobación lleva a un seguimiento acústico del tramo de prueba durante los próximos años.

Referencias bibliográficas

- [1] R. Alte-Teigeler y T. Alte-Teigeler, Otto Alte-Teigeler GmbH, Bietigheim, Baden-Württemberg, Alemania. "GRINDING: THE NEW TECHNIQUE FOR LOW-NOISE AND EVEN CONCRETE SURFACES". Artículo publicado en el ISCR de 2018 en Berlín.
- [2] B. Vanhooreweder, P. De Winne, A. Scheers, Gobierno Flamenco – Agencia de Carreteras y Tráfico de Bélgica, L. Rens, Febelcem, Bélgica, A. Beeldens, AB-Roads, Bélgica. "NEXT GENERATION CONCRETE SURFACE (NGCS). FINALLY A QUIET AND SUSTAINABLE ROAD PAVEMENT?". Artículo publicado en el ISCR de 2018 en Berlín.
- [3] DIN EN 29053: Acoustics; materials for acoustical applications; determination of airflow resistance (ISO 9053:1991); Versión alemana de la EN 29053:1993.
- [4] RLS-90: Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen – RLS 90: Ausgabe 1990. Der Bundesminister für Verkehr. Bonn, Mayo de 1990. (Pautas alemanas para la reducción del ruido en las carreteras públicas 1992).
- [5] SPERoN: <http://www.speron.net/>
- [6] VILLARET, S.; BECKENBAUER, Th.; SCHMIDT, J.; PICHOTTKA, S.; ALTE-TEIGELER, R.; FROHBÖSE, B.; ALBER, S. (2011): Forschungsbericht zu FE 08.0210/2010/ORB: „Untersuchung der lärmtechnischen Eigenschaften von Betonfahrbahndecken mit Grinding-Oberflächen“. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, vertreten durch die Bundesanstalt für Straßenwesen, Hoppegarten, Alemania, Noviembre 2011.
- [7] VILLARET, S.; ALTREUTHER, B.; BECKENBAUER, Th.; FROHBÖSE, B.; SKARABIS, J. (2013): Forschungsbericht zu FE 08.0211/2011/OGB "Akustische Optimierung von Betonoberflächen durch Texturierung des Festbetons mit verbesserten Grinding-Verfahren". Bundesministerium für Ver-
- kehr, Bau und Stadtentwicklung, vertreten durch die Bundesanstalt für Straßenwesen, Hoppegarten, Alemania, Abril 2013.
- [8] RENS, Luc, "Durable low-noise concrete pavements". 2015.
- [9] NGCS en EE.UU.: SCOFIELD, L. (2016) "Development and implementation of the Next Generation Concrete Surface", 2016 Report – Living Document. See: <http://www.acpa.org/development-and-implementation-of-the-next-generation-concrete-surface/>
- [10] SCOFIELD, L. (2010) "Safe, Smooth and Quiet Concrete Pavement", Paper 78 First International Conference on Pavement Preservation, EE.UU.
- [11] ISO 11819-2 "Acoustics - Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise - Part 2: The close-proximity method".
- [12] SB250 versión 3.1, sección 6, párrafo 2.5.2.6 D ROLLING NOISE (ROLGELUID).
- [13] ISO 11819-1 "Acoustics -- Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise - Part 1: Statistical Pass-By method".
- [14] SB250 version 3.1, Section 6, paragraph 1.6.3.10.B.1 Sideway-force coefficient (Dwarswrijvingscoëfficiënt)
- [15] CEN/TS 15901-8 "Road and airfield surface characteristics - Part 8: Procedure for determining the skid resistance of a pavement surface by measurement of the sideway-force coefficient (SFCD)

Soluciones para una pavimentación ecológica y materiales sostenibles



Anna París Madrona
Parma Ingeniería

Jesús Díaz Minguela
Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (IECA)

1. Introducción

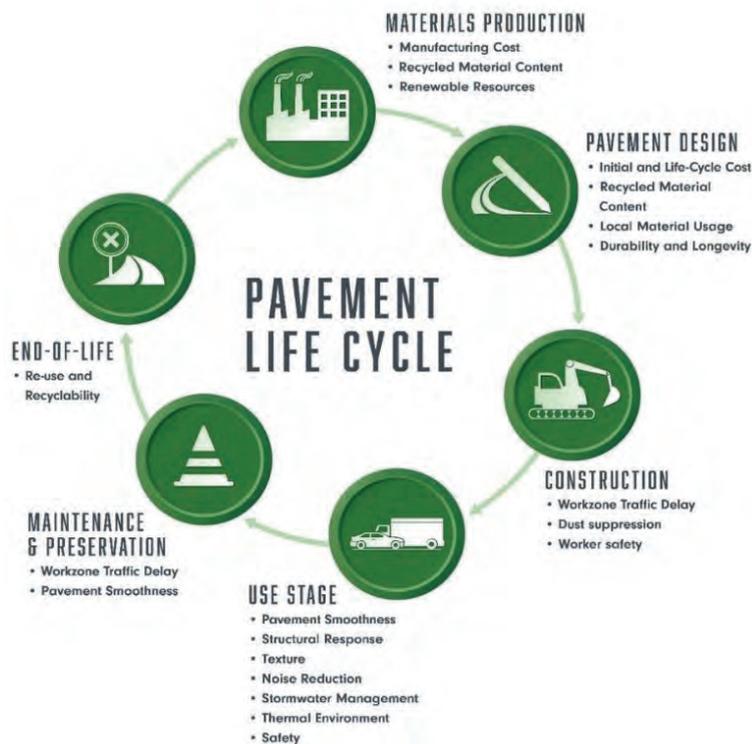
Como resultado de los trabajos realizados por Comité Técnico D.2 “Firmes de Carretera” de la PIARC durante el ciclo 2015-2019, se publicó en 2019 el documento “2019R32EN-Green Paving Solutions and Sustainable Pavement Materials”, cuya versión española se denomina “Soluciones para una pavimentación ecológicas y materiales sostenibles. Estado del arte de las mejores prácticas, retos y tecnologías nuevas y emergentes”, en el que se presenta una completa descripción de todas las medidas que se están tomando en cada una de las fases de la vida de un firme para mejorar su sostenibilidad y contribuir a la mejora del medioambiente.

Actualmente, existen dos grandes preocupaciones que forman parte de toda la actividad social e industrial, por un lado, la de reducir la afección medioambiental producida por la actividad del ser humano incluso la corrección del resultado de la actividad pasada, y por otro lado la de procurar que el resultado de esta actividad sea resiliente a los efectos del cambio climático, es decir duradero a pesar de tener que soportar condiciones climáticas muy desfavorables.

El Plan estratégico de PIARC para el ciclo actual, 2020 - 2023, gira alrededor de estos dos axiomas, y así lo ha venido considerando también en los ciclos anteriores, en los que se planificaron actividades precedentes de ésta cuyo resultado traemos en este artículo.

El trabajo resumido en este artículo contempla una panorámica de todas las medidas que, actualmente, se pueden poner en marcha en cada una de las fases de la vida de un firme (producción de materiales, construcción, uso y fin de la vida útil), superando las visiones parciales que en muchos casos se nos presentan como única alternativa para la fabricación y puesta en obra de firmes ecológicos. El documento se basa en un estudio bibliográfico exhaustivo y en una encuesta en la que participaron 20 países a través de sus diferentes estamentos (Administración, contratistas de carreteras e investigadores) y de la que se recibieron 42 respuestas

De la condición de panorámica integral del problema deriva el gran interés que despertó en nosotros



este documento y que nos ha llevado a redactar este pequeño artículo para intentar divulgarlo al máximo, sin que esto quiera decir que el documento cierre el tema de ninguna manera pues los nuevos avances tecnológicos que seguramente se van a ir produciendo en el mundo de los firmes harán necesaria su continua actualización.

En el documento se realiza un amplio resumen de materiales ambientalmente más sostenibles dentro de un proceso de construcción, que recoge desde su fase preparatoria, pasando por las técnicas de ejecución o de aseguramiento de la calidad, y llegando hasta el fin de su vida útil.

También se desarrolla la fase de uso. Es decir, se contemplan los diversos aspectos que afectan al medioambiente durante esta fase, como la resistencia a la rodadura, las emisiones de ruidos o las estrategias de mantenimiento, tanto para

pavimentos de mezclas asfálticas como de hormigón.

En uno de los puntos, se recogen las actividades de estandarización llevadas a cabo por algunos de los países, desde las distintas experiencias hasta el estado del arte de las declaraciones ambientales.

Se presentan también los principales obstáculos a la aplicación más amplia de innovaciones sostenibles.

Además, y como no podía ser de otro modo, se trata la contratación pública ecológica a la que, a pesar de encontrarse todavía en una fase preliminar, los países están dedicando muchos esfuerzos en su implementación.

Finalmente el documento se cierra con algunas conclusiones.

Es, por tanto, que recomendamos la lectura pausada de este documento que se encuentra disponi-

ble de forma gratuita en la página web de PIARC, <https://www.piarc.org/es/>

2. Resultado de la encuesta

Se preparó una encuesta en la que se solicitaba información sobre el uso actual de técnicas sostenibles e incentivos para la incorporación de la sostenibilidad. La encuesta estaba dividida en tres partes: 1. Identificación de las técnicas ecológicas; 2. identificación de las razones para su implantación; y, 3. restricciones, barreras o incentivos para su implantación.

Se recogieron un total de 42 encuestas de 20 países, procedentes por igual de los tres estamentos consultados: Administración pública, empresas contratistas e investigadores.

Se mencionaron 207 técnicas de pavimentación ecológica que se agruparon en 23 clases.

En el documento PIARC se puede consultar las 23 clases. En la figura 2 se presentan los resultados resumidos en forma de gráfico del número de respuestas para cada una de las clases.

Los resultados de la encuesta arrojaron que aproximadamente el 50 % de las respuestas estaban relacionadas con la fase de producción, el 30 % con la fase de uso, y el 20 % con la fase de final de la vida útil.

Por otra parte, la mayor parte de las técnicas citadas se relacionaban con el asfalto (60%) y menos del 10 % se relacionaban exclusivamente con los pavimentos de hormigón, si bien la mayor parte de los que responden pertenecen al sector de los pavimentos asfálticos. Las técnicas citadas más frecuentemente fueron los pavimentos reciclados, la fabricación a baja temperatura y la construcción de pavimentos menos ruidosos.

En cuanto a las razones que impulsan la implantación, las razones ambientales son las principales, aunque las razones financieras están a menudo próximas, y muy por encima de las razones sociales.

La falta de contratos de innovación, así como la resistencia al cambio, se mencionaban como las principales trabas al desarrollo de estas técnicas.

3. Estado del arte

El ciclo de vida de un firme se puede dividir en las fases de producción del material, diseño, construcción, fase de uso y fin de vida (EOL)



En este apartado se presentan algunas de las técnicas utilizadas en cada una de las fases del ciclo de vida de un firme.

3.1. Fundamentos de diseño

En los fundamentos del diseño se hacen consideraciones sobre la relación entre el diseño y el comportamiento real de un firme.

En esta fase, la falta de experiencia se convierte en un hándicap a la hora de diseñar soluciones técnicas ecológicas.

Las áreas consideradas por el diseñador han sido:

- Especificaciones de materiales, dónde se propone cambiar las especificaciones por prescripciones a especificaciones por prestaciones, ya que las primeras pueden no adaptarse a las características de los nuevos materiales.
- Propiedades de diseño de materiales: se indica que, aunque no es imposible que se pueda aplicar los procedimientos empíricos de diseño a los materiales ambientalmente sostenibles. Los procedimientos de diseño mecá-

nico-empírico resultan más flexibles para los nuevos materiales.

- Consecuencias no relacionadas con las prestaciones: se destaca la necesidad de que en la fase de diseño se considere también otras afecciones distintas de las puramente prestacionales, como las ambientales, los cuidados durante la construcción o la posibilidad de reciclado al final de su vida útil.
- Riesgos y recompensas debidas a las prestaciones: se plantea que la existencia de riesgos, ya sean percibidos o reales, es un factor clave que afecta al uso de nuevos materiales. Las formas habituales de contratación no ayudan a resolver este problema.
- Pavimentos de larga duración: se destaca que una mayor vida de una carretera tiene un gran impacto sobre la sostenibilidad por el uso minimizado de los materiales y la energía durante el ciclo de vida.

3.2. Materiales

Se plantea una nueva perspectiva para los materiales planteando

Tabla1. Las estrategias para minimizar los recursos, la energía y las emisiones.

IMPACTO EN LA SOSTENIBILIDAD	ESTRATEGIAS/ MEJORES PRÁCTICAS	OBJETIVO
Producción de áridos	Aumentar el uso de reciclados, Subproductos o materiales de desecho	Reducción del uso de materiales vírgenes
Materiales de la mezcla bituminosa	Aumentar el uso de pavimento asfáltico recuperado (RAP) y tejas de asfalto recuperado (RAS)	Reducción o reemplazo de ligante virgen.
	Mayores niveles de polimerización y de adición de caucho. Uso de mezclas bituminosas de baja temperatura (WMA).	Mejora de la seguridad mediante el aumento de la reflectabilidad de la superficie y reducción del ruido. Desarrollo de ligantes adecuados para la pavimentación, que mejoren el soporte estructural y prolonguen la vida de las mezclas bituminosas. Reducción de la energía consumida y de las emisiones generadas en la producción de la mezcla.
Materiales del hormigón	Uso de graduaciones mejoradas de los áridos	Reducciones de los niveles de energía y emisiones generadas durante la producción del ligante primario: el cemento.
	Incrementar el uso de caliza Portland y cemento con adiciones	Ahorrar agua como recurso
	Reducción del uso de agua en la producción del hormigón	- Carencia de políticas eficientes de difusión (presentación).

su evaluación desde la perspectiva del análisis de ciclo de vida para determinar su contribución a la sostenibilidad del firme.

Las estrategias comúnmente aceptadas para minimizar el consumo de recursos, la energía, y las emisiones que se desarrollan en el documento son: (Tabla 1)

Se presenta también estudios de diferentes casos y proyectos para cada una de las estrategias.

Las estrategias emergentes, como las mezclas asfálticas recicladas con plásticos blandos reciclados, los pavimentos con vidrio reciclado o los caminos solares, se consideran de alto riesgo.

3.3. Construcción

Se plantea que la fase de construcción debe incluir, en las consideraciones de sostenibilidad, todas las emisiones asociadas con el consumo de combustible y las diferentes actividades de la zona de trabajo, así como la demora del tráfico ocasionado por los procesos de construcción.

Esta fase abarca las actividades de mantenimiento y rehabilitación, dividiéndose en:

- Fase preparatoria, que incluye la localización, la optimización de los movimientos, el uso de equipos más sostenibles, la planificación de la ubicación según la temporada o el almacenamiento de materiales.
- Fase de construcción como tal, que detalla las técnicas a emplear en las mezclas bituminosas y en los pavimentos de hormigón para reducir los impactos ambientales durante este proceso.
- Fase de evaluación de la calidad del trabajo realizado, donde se dividen las acciones en dos categorías principales:
 1. Mejoras técnicas
 2. Mejora de competencia

En esta fase, concluye que el fomento de la competencia en la mano de obra de la construcción, junto con métodos y procedimientos de control de calidad actualizados, contribuirá a

la construcción de pavimentos ecológicos y sostenibles.

3.4. Fase de uso

Es la fase del pavimento donde se incluye las operaciones habituales de empleo. Incide en dos aspectos, en la resistencia a la rodadura, desde la perspectiva de las emisiones a la atmósfera, y en las emisiones de ruido.

En cuanto a la resistencia a la rodadura, relata los puntos tratados en el proyecto MIRIAM que concluyó, entre otros, que una mejora en la textura lisa de un pavimento asfáltico reduce el consumo total de energía a 5 años alrededor del 6 % y las mejoras en el ahorro de combustible tiene aproximadamente el mismo efecto.

Sin embargo, para firmes de hormigón, a 10 años, las mejoras en el ahorro de combustible consiguen beneficios más significativos (5%) que los que se consiguen con una resistencia a la rodadura más reducida o con un mejor mantenimiento de la carretera (3%).

Tabla 2.

IMPACTO EN LA SOSTENIBILIDAD	ESTRATEGIAS/ MEJORES PRÁCTICAS	OBJETIVO
Coste total del mantenimiento	Selección de un pavimento con bajos requerimientos de mantenimiento.	Operaciones de mantenimiento inesperadas debido a accidentes, clima extremo o deterioro prematuro.
	Mejorar el diseño de la mezcla para maximizar las prestaciones. El control de calidad (QC) del proceso de construcción	Los requisitos especiales (por ejemplo, pavimentos de bajo ruido) podrían tener un coste de mantenimiento más alto.
Tipo de técnica de mantenimiento	Planificación de actividades	La durabilidad de las tecnologías disponibles difiere.
	Para la rehabilitación se debe considerar el reciclado in situ	Disponibilidad de tecnología y productos de construcción.
	El mantenimiento preventivo podría ser una opción, por ejemplo, el sellado preventivo por penetración de la superficie.	No todos los tipos son técnicamente factibles.
	Evaluación precisa de datos ambientales	Disponibilidad de datos
Aspectos del reciclado	Uso de materiales que permitan su reciclaje.	Componentes que impiden el reciclado, por ejemplo, los aditivos desconocidos.
	Selección de un proceso de molienda que garantice el máximo porcentaje de reutilización. Para garantizar la máxima calidad de reciclaje, las capas se deben fresar una por una.	Restricciones de tiempo. No es posible el reciclado de alta calidad, por ejemplo, el RAP no se utiliza en la misma capa que el fresado.

Ofrece una tabla dónde se detallan para distintos tipos de pavimento el coeficiente de resistencia a la rodadura, el cambio simulado en el consumo de la energía a 110 km/h y a 70 km/h.

Respecto a las emisiones de ruido, comenta los factores que influyen en los pavimentos asfálticos y dedica una especial atención a las mejoras en las emisiones de ruido que pueden conseguirse mediante las diferentes técnicas de texturado de los pavimentos de hormigón.

3.5. Mantenimiento

Se enfatiza que la durabilidad es un factor decisivo por lo que es necesario el uso de materiales de alta calidad y una construcción sin defectos.

En la tabla 2 se muestran algunas de las mejores prácticas, así como los desafíos y riesgos asociados.

Además, se presentan otras tablas sobre durabilidad estimada, según el tipo de técnica de mantenimiento empleada, y sobre su influencia en los criterios de sostenibilidad más importantes.

3.6. Fin de la vida

Para la fase de fin de la vida, y teniendo en cuenta que los pavimentos son sistemas reparables con una vida útil indefinida, se definen unas estrategias que incluyen:

- En los pavimentos bituminosos:
 - De reciclaje en planta o central
 - De reciclaje in situ
 - De reciclado de material bituminoso: full depth reclamation

Y para los pavimentos de hormigón:

- Técnicas de losa fracturada
- Reciclado

Para ambos se establece un final de vida de eliminación y se consideran las condiciones económicas y ambientales de fin de vida útil.

4. Actividades de estandarización

La energía y la eficiencia de los recursos de la construcción y el mantenimiento de carreteras resultan objetivos importantes. Se cita una metodología específica para el cálculo de los impactos ambientales es la evaluación del ciclo de vida (ACV) y se define la declaración ambiental de producto (EPD) como un documento conciso que resume el perfil ambiental de un determinado producto.

Se exponen las experiencias en diversos campos en Australia (donde el Consejo de Sustentabilidad de Infraestructura ha desarrollado un valor de evaluación de la Sostenibilidad de la infraestructura), Euro-

pa (donde un ambicioso programa “hacia un sistema de transporte por carretera 50 % más eficiente para 2030” con investigaciones sostenibles que incluyen la rama social, ambiental y económico y en el que se cita la experiencia de Noruega) y de Estados Unidos (donde se han realizado importantes esfuerzos para producir PCR y EPD para productos de mezcla bituminosa y hormigón).

5. Estado actual en la contratación pública ecológica

La contratación pública ecológica es una herramienta útil para promover una solución sostenible para obras viales.

Se detalla esta compra ecológica en varios países además de en la Comisión Europea, como los Países Bajos (donde los impactos ambientales, basados en una puntuación del LCA y usando la herramienta de infraestructura “DuboCalc”, se utilizan como parte de los criterios de adjudicación de los proyectos de infraestructura), Bélgica (se inició un proyecto de piloto en el que los indicadores ambientales, sociales y los costes directos juegan en la contratación), Noruega (la Administración de Carreteras Públicas NPRA, hace obligatorias las EPDs en las ofertas, así como la práctica de GPP), Estados Unidos (donde California responde a las políticas y la legislación que requieren el cumplimiento de los objetivos de sostenibilidad y cambio climático), Reino Unido (el ruido, la biodiversidad y la calidad del aire son indicadores clave de prestaciones y los GPP se aplica a los sitios identificados como sensibles al ruido), Francia (donde se otorgan ciertas bonificaciones en algunas obras si se cumplen ciertos criterios ambientales), España (donde el desarrollo de las EPD y la

introducción de un Índice de Sostenibilidad está en curso), Canadá (donde se busca avanzar con los GPPs y transformar las estrategias de adquisición para incorporar la sostenibilidad) o Sudáfrica (donde en Ciudad del Cabo se tiene un borrador de política de compra ecológica).

Los principales retos para la introducción más amplia de las GPPs son la objetivación de medidas de sostenibilidad, la disponibilidad de contratos innovadores y la reversión de la resistencia al cambio.

6. Recomendaciones

El documento informa sobre las prácticas empleadas en los pavimentos sostenibles, que se utilizan actualmente a lo largo de su ciclo de vida, las tendencias en el uso de materiales sostenibles, la evaluación de la sostenibilidad y la adquisición sostenible.

También se presenta un resumen de conclusiones sobre prácticas de sostenibilidad y técnicas de pavimentación ecológica que consisten en:

- La mayor parte de las técnicas se aplica a las fases de producción y construcción de materiales. Son prácticas recomendables el uso de tecnologías probadas y bien investigadas.
- En el diseño, los pavimentos de larga vida pueden proporcionar múltiples beneficios de sostenibilidad.
- Resultan factores clave para los pavimentos de larga duración, la mano de obra adecuada y los procedimientos de control de calidad.
- En la producción de materiales, se puede obtener un beneficio

en términos de reducción de GEI cambiando de las fuentes tradicionales de calefacción fósil a las renovables.

- La reducción de las distancias de transporte de materiales y la consideración del reciclado in situ pueden compensar los impactos ambientales.
- La aplicación de las prácticas de mantenimiento adecuadas puede ayudar a mantener la resistencia a la rodadura baja y tener un impacto positivo del consumo de combustible del vehículo en la fase de uso.
- La implementación de materiales que prevén el reciclaje futuro reduce los impactos de la etapa final de la vida útil.
- Para algunas técnicas ecológicas, la investigación adicional y los datos a largo plazo son necesarios para eliminar las dudas.
- La falta de contratos o licitaciones innovadoras, y la resistencia al cambio está obstaculizando la implementación de la Contratación pública ecológica. ❖

XVI Congreso Mundial de Vialidad Invernal y Resiliencia de la Carretera



Invitación a presentar artículos Fecha límite de presentación de resúmenes 30 de noviembre

El tema del XVI Congreso Mundial de Vialidad Invernal y Resiliencia de la Carretera será “Adaptarse a un mundo cambiante” y se articulará en torno a dos temas: viabilidad invernal y resiliencia vial. PIARC ha lanzado una convocatoria de comunicaciones sobre 15 temas para contribuir al Congreso.

Todos los expertos internacionales, y jóvenes profesionales, de la ca-

rrera y del transporte están invitados a presentar resúmenes antes del 30 de noviembre.

Los resúmenes serán evaluados anónimamente por los comités técnicos de PIARC y las decisiones se notificarán a los autores antes del 15 de marzo de 2021. Los autores de los resúmenes aceptados serán invitados a presentar su comunicación completa antes del 15 de julio

de 2021. Los trabajos aceptados se publicarán en las actas del Congreso y contribuirán a las sesiones del Congreso. Todos los autores de comunicaciones aceptadas presentarán su trabajo y resultados en sesiones de pósters interactivos. Las comunicaciones más destacadas serán seleccionadas para una presentación oral durante el Congreso.

Concurso ATC mejor comunicación española



La Asociación Técnica de Carreteras, como Comité nacional español de la Asociación Mundial de la Carretera, convoca a todos los profesionales del sector a presentar sus comunicaciones al XVI Congreso Mundial de Vialidad Invernal y Resiliencia de

la Carretera, premiando a la mejor de ellas con 1500 euros como ayuda a la inscripción y asistencia al Congreso.

Las características de los trabajos serán las indicadas por PIARC:

Los resúmenes deben enviarse a la dirección de correo electrónico

Info@atc-piarc.com

indicando en asunto “Comunicación Calgary 2022”, con fecha límite 30 de noviembre

VI Premio SANDRO ROCCI para Jovenes Profesionales

Los resúmenes enviados antes del 30 de noviembre pueden participar conjuntamente en el “Concurso Comunicación Calgary 2022” y en el “Premio Sandro Rocci”



La Asociación Técnica de Carreteras, Comité nacional español de la Asociación Mundial de la Carretera, convoca el VI Premio Sandro Rocci 2021 abierto a los jóvenes profesionales (nacidos previamente a 1986) que manifiesten un interés en el sector de la carretera y de los transportes.

La finalidad de este premio es promover la realización de trabajos técnicos por los profesionales jóvenes

que trabajen dentro del sector de la carretera en cualquiera de los campos de interés de la Asociación Técnica de Carreteras..

Tiene por objeto fomentar el interés y la especialización de las nuevas generaciones en el ámbito de la tecnología de carreteras, así como el desarrollo de nuevas ideas en esos campos. También se pretende incentivar la participación de los jóvenes

en las actividades de la Asociación Técnica de Carreteras.

Aquellos artículos presentados por jóvenes profesionales al XVI Congreso Mundial de Vialidad Invernal y Resiliencia de la Carretera, participarán directamente en el VI Premio Sandro Rocci.

Próximamente en nuestra web podrás descargar las bases del concurso.

Más información:

www.atc-piarc.com

Anteriores ganadores del “Premio Sandro Rocci para Jovenes Profesionales”

2018- DAVID LLOPIS CASTELLÓ

“Calibración de la velocidad de operación inercial como medida sustitutoria de las expectativas de los conductores”

2016- JAIME ANTONA ANDRÉS

“Herramienta de detección precoz de anomalías en estaciones de toma de datos de tráfico”

2013-JAVIER MARTINEZ CAÑAMARES

“Recomendaciones para ampliación de tableros de puentes de fábrica mediante losa volada”

2011-JOSÉ MARÍA ZAMORA PÉREZ

“Conservación integral obras de drenaje transversal”

Composición de la Junta Directiva de la ATC

PRESIDENTE: - D. María del Rosario Cornejo Arribas

CO-PRESIDENTES DE HONOR: - D. Francisco Javier Herrero Lizano
- D. Pere Navarro Olivella

VICEPRESIDENTES: - D.ª M.ª del Carmen Picón Cabrera
- D.ª María Consolación Pérez Esteban
- D. Jorge Enrique Lucas Herranz

TESORERO: - D. Pedro Gómez González

SECRETARIO: - D. Pablo Sáez Villar

DIRECTOR: - D. Alberto Bardsi Orúe-Echevarría

VOCALES:

- Presidente Saliente:
 - D. Luis Alberto Solís Villa
- Designados por el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana:
 - D.ª María Rosario Cornejo Arribas
 - D.ª María del Carmen Picón Cabrera
 - D.ª Ana Cristina Trifón Arevalo
 - D. Alfredo González González
 - D. Ángel García Garay
- En representación de los órganos de dirección relacionados con el tráfico:
 - D.ª Ana Isabel Blanco Bergareche
 - D.ª Sonia Díaz de Corcuera Ruiz de Oña
- En representación de los órganos de dirección de las Comunidades Autónomas:
 - D.ª María Consolación Pérez Esteban
 - D. Xavier Flores García
 - D. Carlos Estefanía Angulo
 - D. Juan Carlos Alonso Monge
- 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.ª Ana de Diego Villalón
 - D. Antonio Sánchez Trujillano
- En representación de los departamentos universitarios de las escuelas técnicas:
 - D. Félix Edmundo Pérez Jiménez
 - D. Manuel Romana García
- Representantes de las sociedades concesionarias de carreteras:
 - D. Bruno de la Fuente Bitaine
 - D. Rafael Gómez del Río
- Representantes de las empresas de consultoría:
 - D. Casimiro Iglesias Pérez
 - D. Juan Antonio Alba Ripoll
 - D. Fernando Argüello Álvarez
- Representantes de las empresas fabricantes de materiales básicos y compuestos de carreteras:
 - D. Jesús Díaz Minguela
 - D. Francisco José Lucas Ochoa
 - D. Sebastián de la Rica Castedo
 - D. Juan José Potti Cuervo
- Representantes de las empresas constructoras de carreteras:
 - D. Jorge Enrique Lucas Herranz
 - D. José Luis Álvarez Poyatos
 - D. Camilo José Alcalá Sánchez
- Representante de las empresas de conservación de carreteras:
 - D. Pablo Sáez Villar
- Representante de los laboratorios acreditados
 - D. Alonso Pérez Gómez
- Representantes de los Socios Individuales de la Asociación:
 - D. Alfredo García García
 - D.ª Anna París Madrona
 - D. Rafael Ángel Pérez Arenas
 - D. Enrique Soler Salcedo
- Entre los Socios de Honor:
 - D. Pedro Gómez González
 - D. Francisco Javier Criado Ballesteros



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

PLANIFICACIÓN, DISEÑO Y TRÁFICO

- 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. Juan Manuel Sanz Sacristán

CONSERVACIÓN Y GESTIÓN

- Presidente D. Alfredo González González
- Presidente Adjunto D. Vicente Vilanova Martínez-Falero
- Secretario D. Pablo Sáez Villar

FIRMES DE CARRETERAS

- Presidente D. Francisco Javier Payán de Tejada González
- Secretario D. Francisco José Lucas Ochoa

DOTACIONES VIALES

- Presidente D. Carlos Azparren Calvo
- Secretario D. Emiliano Moreno López

PUENTES DE CARRETERAS

- Presidente D. Álvaro Navareño Rojo
- Secretario D. Gonzalo Arias Hofman

GEOTECNIA VIAL

- Presidente D. Álvaro Parrilla Alcaide
- Secretario D. Manuel Rodríguez Sánchez

SEGURIDAD VIAL

- Presidente D. Roberto Llamas Rubio
- Secretaria D.ª Ana Arranz Cuenca

CARRETERAS Y MEDIO AMBIENTE

- Presidente D. Antonio Sánchez Trujillano
- Secretaria D.ª Laura Crespo García

CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

- Presidente D. Andrés Costa Hernández
- Secretaria D.ª María del Mar Colas Victoria

Socios de la ATC

Los Socios de la Asociación Técnica de Carreteras son:

- **Socios de número:**
 - Socios de Honor
 - Socios de Mérito
 - Socios Protectores
- **Socios Colectivos**
- **Socios Individuales**
- **Otros Socios:**
 - 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

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
 2013 - D.ª MERCEDES AVIÑO 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-BOLIÍVAR ÁLVAREZ
 2019 - D. ALFREDO GARCÍA GARCÍA

Socios Protectores y Socios Colectivos

Administración General del Estado

- DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS. MITMA
- DIRECCIÓN GENERAL DE TRÁFICO. MINISTERIO DEL INTERIOR
- SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA. MITMA

Comunidades Autónomas

- COMUNIDAD DE MADRID
- GENERALITAT DE CATALUNYA
- GENERALITAT VALENCIANA, CONSELLERIA DE VIVIENDA, OBRAS PÚBLICAS Y VERTEBRACIÓN DEL TERRITORIO.
- GOBIERNO DE ARAGÓN, DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
- 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
- JUNTA DE EXTREMADURA. CONSEJERÍA DE ECONOMÍA E INFRAESTRUCTURAS
- PRINCIPADO DE ASTURIAS
- XUNTA DE GALICIA. CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE

Ayuntamientos

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

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 SALAMANCA
- EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE SEGOVIA
- EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE SEVILLA
- EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE VALENCIA
- EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE VALLADOLID
- CABILDO INSULAR DE TENERIFE
- CABILDO DE GRAN CANARIA
- CONSELL DE MALLORCA. DIRECCIÓN INSULAR DE CARRETERAS

Colegios Profesionales y Centros de investigación y formación

- INSTITUTO CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA
- 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 ESPAÑOLA DE FABRICANTES DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, ASEFMA
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE EMPRESAS CONSTRUCTORAS DE ÁMBITO NACIONAL, SEOPAN
- ASOCIACIÓN TÉCNICA DE EMULSIONES BITUMINOSAS, ATEB
- FORO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EL TRANSPORTE, ITS ESPAÑA
- FUNDACIÓN REAL AUTOMÓVIL CLUB DE CATALUÑA, RACC

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)
- SACYR CONCESIONES, S.L.
- TÚNEL D' ENVALIRA, S.A.

Empresas

- 3M ESPAÑA, S.L.
- A. BIANCHINI INGENIERO, 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
- AERONAVAL DE CONSTRUCCIONES E INSTALACIONES, S.A. (ACISA)
- AGUAS Y ESTRUCTURAS, S.A. (AYESA)
- ASFALTOS Y CONSTRUCCIONES ELSAN, S.A.
- ALAUDA INGENIERÍA, S.A.
- ALVAC, S.A.
- AMIANTIT ESPAÑA S.A.U.
- API MOVILIDAD, S.A.
- APPLUS NORCONTROL S.L.
- ARCS ESTUDIOS Y SERVICIOS TÉCNICOS, S.L.
- ASFALTOS Y PAVIMENTOS, S.A.
- AUDECA, S.L.U.
- BARNICES VALENTINE, S.A.U.
- BASF CONSTRUCTION CHEMICALS, S.L.
- BECSA, S.A.U.
- BETAZUL, S.A.
- CAMPEZO OBRAS Y SERVICIOS, S.A.
- CARLOS FERNÁNDEZ CASADO, S.L.
- CEPESA COMERCIAL PETROLEO, S.A.
- CHM OBRAS E INFRAESTRUCTURAS, S.A.
- CINTRA SERVICIOS DE INFRAESTRUCTURAS, S.A.
- COMSA INSTALACIONES Y SISTEMAS INDUSTRIALES, S.L.U.
- CONSERVACIÓN INTEGRAL VIARIA, S.L. (CONSVIA)
- CONSTRUCCIONES MAYGAR, S.L.
- CORSAN - CORVIAM, CONSTRUCCIÓN, S.A.
- CPS INFRAESTRUCTURAS MOVILIDAD Y MEDIOAMBIENTE, S.L.
- CYOPSA - SISOCIA, S.A.
- DILUS, INSTRUMENTACIÓN Y SISTEMAS, S.A.
- DINÁMICAS DE SEGURIDAD, S.L.
- DRAGADOS, S.A.
- DRIZORO, S.A.U.
- EIFFAGE INFRAESTRUCTURAS GESTIÓN Y DESARROLLO, S.L.
- ELSAMEX, S.A.
- EMPRESA DE MANTENIMIENTO Y EXPLOTACIÓN DE LA M-30, S.A. (EMESA)
- ESTEYCO, S.A.
- ETRA ELECTRONIC TRAFIC, S.A.
- ESTRUCTURAS TÉCNICAS Y SERVICIOS DE REHABILITACIÓN, S.L. (ETYSER)
- EUROCONSULT, S.A.
- FCC CONSTRUCCIÓN, S.A.
- FCC INDUSTRIAL E INFRAESTRUCTURAS ENERGÉTICAS, S.A.U.
- FERROSER INFRAESTRUCTURAS, S.A.
- FERROVIAL AGROMÁN, S.A.
- FHECOR INGENIEROS CONSULTORES, S.A.
- FIBERTEX ELEPHANT ESPAÑA, S.L. SOCIEDAD UNIPERSONAL
- FREYSSINET, S.A.
- GEOCONTROL, S.A.
- GEOTECNIA Y CIMENTOS, S.A. (GEOCISA)
- GINPROSA INGENIERÍA, S.L.
- GIRDER INGENIEROS, S.L.P.
- GPYO INGENIERÍA Y URBANISMO, S.L.
- HIDRODEMOLICIÓN, S.A.
- HUESKER GEOSINTÉTICOS, S.A.
- IDEAM, 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.
- INES INGENIEROS CONSULTORES, S.L.
- INGENIERÍA Y ECONOMÍA DEL TRANSPORTE, S.A. (INECO)
- INGENIERÍA ESPECIALIZADA OBRA CIVIL E INDUSTRIA S.A.
- INNOVIA COPTALIA, S.A.U.
- INVENTARIOS Y PROYECTOS DE SEÑALIZACIÓN VIAL, S.L.
- KAO CORPORATION, S.A.
- KAPSCH TRAFFICOM TRANSPORTATION S.A.U.
- KELLER CIMENTACIONES S.L.U.
- LANTANIA, S.A.U.
- LGAI TECHNOLOGICAL CENTER, S.A.
- LRA INFRASTRUCTURES CONSULTING, S.L.
- MATINSA, MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURAS, S.A.
- OBRAS HERGÓN, S.A.U.
- ORION REPARACION ESTRUCTURAL, S.L.
- ORYX OBRAS Y SERVICIOS, S.L.
- PADECASA OBRAS Y SERVICIOS, S.A.
- PAVASAL EMPRESA CONSTRUCTORA, S.A.
- PAVIMENTOS BARCELONA, S.A. (PABASA)
- PINTURAS HEMPEL, S.A.U.
- PROBISA VÍAS Y OBRAS, S.L.U.
- PROES CONSULTORES, S.A.
- PROINTEC, S.A.
- PUENTES Y CALZADAS INFRAESTRUCTURAS, S.L.U.
- RAUROSZM.COM, S.L.
- REPSOL LUBRICANTES Y ESPECIALIDADES, S.A.
- RETINEO, S.L.
- SACYR CONSERVACIÓN, S.A.
- S.A. DE GESTIÓN DE SERVICIOS Y CONSERVACIÓN (GESECO)
- S.A. DE OBRAS Y SERVICIOS (COPASA)
- SENER, INGENIERÍA Y SISTEMAS, S.A.
- SEÑALIZACIONES VILLAR, S.A.
- SERBITZU ELKARTEA, S.L.
- SISTEMAS Y MONTAJES INDUSTRIALES, S.A.
- SOCIEDAD IBÉRICA DE CONSTRUCCIONES ELÉCTRICAS, S.A. (SICE)
- SGS TECNOS, S.A.
- TALHER, S.A.
- TALLERES ZITRÓN, S.A.
- TÉCNICA Y PROYECTOS, S.A. (TYPSA)
- TECNIVIAL, S.A.
- TECYR CONSTRUCCIONES Y REPARACIONES, S.A. (TECYRSA)
- TEKIA INGENIEROS, S.A.
- TENCATE GEOSYNTHETICS IBERIA, S.L.
- TPF GETINSA EUROESTUDIOS, S.L.
- TRABAJOS BITUMINOSOS, S. L.
- ULMA C Y E, SOCIEDAD COOPERATIVA
- 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 y digital, cuyo importe es de 60,10 € para socios de la ATC y 66,11 € para no socios (+ I.V.A. respectivamente) rellene sus datos en el formulario de abajo y envíelo por correo postal a la sede de la Asociación:
C/ Monte Esquinza, 24, 4.º Dcha. 28010 Madrid.

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



www.atc-piarc.com/rutas

PORTADA RUTAS:

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

Forma de pago:

Domiciliación bancaria CCC nº _____
 Transferencia al numero de cuenta: 0234 0001 02 9010258094

Nombre
Empresa NIF
Dirección Teléfono
Ciudad C.P. e-mail
Provincia País
Fecha Firma



SÚMATE AL PROYECTO ONGAWA

TECNOLOGÍA / AGUA / PARTICIPACIÓN / TIC /
VOLUNTARIADO / ENERGÍA / AGRO / SOCIOS

Tfno.: (+34) 91 590 01 90
info@ongawa.org
www.ongawa.org

Antes:

 **Ingeniería
Sin Fronteras**
Asociación para el Desarrollo

ONGAWA
INGENIERÍA PARA EL DESARROLLO HUMANO

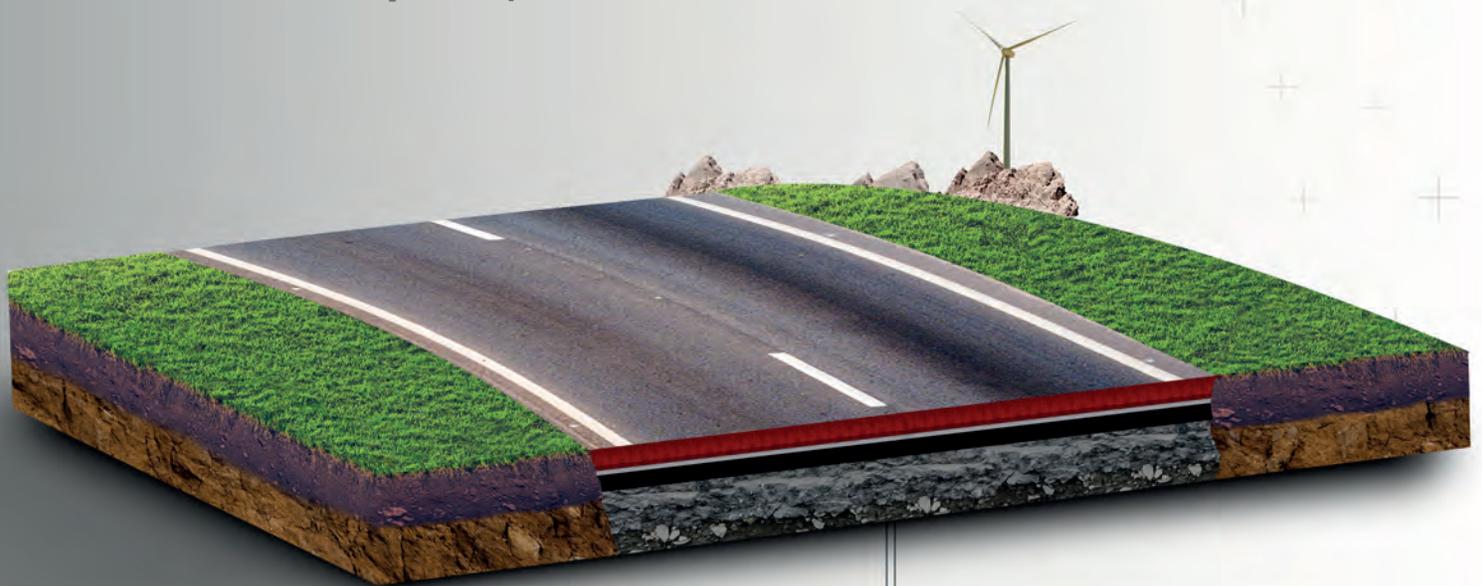
ONGAWA es una asociación declarada de Utilidad Pública. Las cuentas de ONGAWA son auditadas anualmente por BDO Audibería. ONGAWA cumple todos los Principios de Transparencia y Buenas Prácticas de la Fundación Lealtad. ONGAWA recibió, en 2005, la certificación ante la AECID como ONGD Calificada en el sector Tecnología



NUEVA GAMA DE EMULSIONES ASFÁLTICAS

Gracias a la **nueva y mejorada Gama de Emulsiones de Cepsa**, disfruta de soluciones específicas para cada aplicación y optimiza las prestaciones de cada tratamiento.

INFÓRMATE EN cepsa.es/asfaltos



Riegos de adherencia
Otros riegos auxiliares
Microaglomerados y Lechadas
Mezclas templadas

Riegos de adherencia termoadherente
Tratamientos superficiales con gravilla
Mezclas bituminosas en frío
Reciclados con emulsión

CEPSA

Tu mundo, más eficiente.