carreteras

4ª ÉPOCA • Nº 226 • SEP/OCT 2019 REVISTA TÉCNICA DE LA ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE LA CARRETERA

70

1949
2019

Asociación Española de la Carretera

especial aniversario

Volumen 1

Repaso histórico y desafíos del equipamiento viario en España

Historical review and challenges of road equipment in Spain

David CALAVIA REDONDO
Presidente
Federación de Entidades de Equipamiento para la Seguridad Vial (FOROVIAL)

RESUMEN

En este artículo se hace un repaso de la progresiva implantación del equipamiento de carreteras en España, resaltando que elementos como la señalización vertical y horizontal, los sistemas de contención, las pantallas y dispositivos antirruido o la iluminación son imprescindibles para el funcionamiento de las vías y la seguridad de sus usuarios, además de aportar otros beneficios como la reducción de la contaminación acústica. En el artículo se expone cómo se han llevado a cabo los procesos de normalización y certificación de estos productos en nuestro país y se hace una reflexión sobre los retos que el sector y los gestores de carreteras deben afrontar en el futuro próximo.

PALABRAS CLAVE: Equipamiento, Señalización, Sistemas de contención, Iluminación, Dispositivos antirruido.

ABSTRACT

This article provides an overview of the progressive roll out of the road equipment in Spain, highlighting that certain elements such as vertical and horizontal signalling, road restraint systems, traffic noise reducing devices or the illumination are essential for the good functioning of the roads and for the safety of users, and also provides other benefits like diminishing sound pollution. The article exposes how the standardization and certification processes of these products have been carried out in our country and it also reflects on the challenges that both the sector and the road managers must deal with in the near future.

***KEYWORDS**: Equipment, Signalling, Road restraint systems, Illumination, Traffic noise reducing devices.*

Foto 1.

Introducción: La importancia del equipamiento de la carretera en la seguridad

El pasado 21 de marzo, con ocasión de la campaña electoral de las Elecciones del 28 de abril de 2019, la Asociación Española de la Carretera organizó un debate con políticos de los cuatro partidos mayoritarios sobre "La carretera y la gestión de la movilidad en los programas políticos". Todos ellos estuvieron de acuerdo en la enorme importancia de mantener en buen estado nuestra red de carreteras como instrumento de vertebración del país, mostrando, sin embargo, algunas diferencias en la forma en la que se deberían de llevar a cabo las labores de conservación y mantenimiento; manifestaron mayoritariamente su preferencia por que las distintas tareas fueran desarrolladas por especialistas y, en particular, dando trabajo y protección a las pymes.

FOROVIAL, como Federación de Asociaciones dedicadas al equipamiento de la carretera, que agrupa a más de 100 pymes, puso de manifiesto la angustiosa situación por la que atraviesa el sector tras la práctica desaparición de la contratación pública, sometido a la asfixia de la subcontratación proveniente de actividades del grupo 2 de la conservación integral.

La consecuencia de ello ha sido la desaparición de más de 20 empresas, de casi 3.000 empleos y el empobrecimiento de las que todavía sobreviven en una situación en la que se hace imposible, no solo retomar el motor de la tecnología, sino tan siquiera la modernización de sus recursos.

Los descensos en la accidentalidad registrados hasta hace pocos años en nuestras carreteras no han sido ajenos al nivel de seguridad proporcionado por la construcción y por el mantenimiento de las infraestructuras viarias y, muy especialmente, a la calidad de sus equipamientos. Ese nivel de seguridad está compuesto por una serie de valores procedentes de los factores que determinan la aparición de riesgos generales o puntuales ligados al trazado, al estado del firme y de los equipamientos viales, y nuestro compromiso social es avanzar en el conocimiento de estos factores para poder compensarlos, proporcionando al conductor información clara y con el tiempo suficiente para que pueda reaccionar y adecuar su comportamiento frente a ese peligro potencial. Esta información es la que se ofrece a través de equipamientos viales tales como la señalización horizontal y vertical, apoyados por aumentos en la distancia de visibilidad proporcionados por mejores trazados, por las pantallas antideslumbrantes y por la iluminación.

Por otra parte, no olvidemos que el nuevo reto de nuestras infraestructuras es adecuarse a las nuevas exigencias de los automóviles de conducción autónoma, reto que pasa por la adaptación, control y mantenimiento de equipamientos fundamentales para ello, como son la señalización horizontal y vertical. Perder el tren de esta tecnología sería sencillamente imperdonable, pero para ello se necesita recuperar económicamente y, por lo tanto, tecnológicamente, estos sectores.

Sin embargo, pecaríamos de ingenuidad si pensáramos que con sólo hacer previsible una situación de riesgo, el accidente va a ser evitado y que, en todo caso, ya hemos traspasado toda la responsabilidad al conductor. Una política realista debe tener en cuenta, en un segundo paso, que el error humano siempre existirá. En consecuencia, la responsabilidad de todos los agentes implicados no es solo la de tratar de prevenir los riesgos inherentes al tráfico, sino también la de tratar de disminuir la gravedad de las consecuencias de los accidentes que inevitablemente ocurrirán. Esta seguridad pasiva es la que proporcionan los sistemas de contención.

Asimismo, la regulación de la contaminación acústica producida por el tráfico obliga a equipar las carreteras con dispositivos reductores del ruido cuyo diseño debe respetar las condiciones de seguridad vial.

Figura 1. Novedades incluidas en la revisión del Catálogo Oficial de Señales Verticales de Circulación (Fuente: AFASEMETRA).

Sería deseable que el nivel de seguridad de nuestras carreteras fuera mejorando pero, en época de escasez presupuestaria, es fundamental que, al menos, logre mantenerse

Sería deseable que el nivel de seguridad de nuestras carreteras fuera mejorando pero, en época de escasez presupuestaria, es fundamental que, al menos, logre mantenerse. La vida útil de los equipamientos es relativamente corta y, en consecuencia, un desplome de la inversión como el registrado en los últimos años genera, inmediatamente, una caída de los niveles de seguridad.

Este artículo pretende dar respuesta a esta preocupación por el deterioro general observado y también llamar la atención sobre la alta tecnificación alcanzada por cada uno de los elementos que configuran el equipamiento. El objetivo de todos es proporcionar seguridad activa y pasiva al conductor, pero los materiales y las tecnologías puestas en juego son muy diferentes. Los materiales están amparados por normativa europea armonizada (Marcado CE) y su correcto uso (instalación) requiere de maquinaria e instaladores cada vez más especializados y experimentados. Solo así se puede alcanzar el nivel de seguridad y vida útil deseados.

Aquí, el lector de la Revista *Carreteras* encontrará la información necesaria para entender cómo funciona cada equipamiento desde el punto de vista de la seguridad vial y, en consecuencia, para utilizarlo con la mayor eficacia, así como las normas y reglamentaciones que rigen para ellos, que se complementarán con la actualización de los artículos correspondientes del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG3).

Repaso a la historia reciente de la señalización vertical en nuestro país y desafíos

Desde su fundación en 1984, AFASEMETRA, la Asociación de Fabricantes de Señales Metálicas de Tráfico, ha apostado por la calidad para el posicionamiento de sus empresas en el mercado y la divulgación de la influencia de la señalización vertical en la seguridad vial.

Así, en 1990, impulsó la creación del Comité Técnico de Normalización 135 *Equipamiento para la Señalización Vial* de la Asociación Española de Normalización, UNE (anteriormente AENOR) para la elaboración de normas españolas. Atrás quedaron las normas MELC ampliamente utilizadas y las *Recomendaciones para el empleo de placas reflectantes en la señalización vertical de carreteras*, editadas por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) en 1984[I].

En 1995 AFASEMETRA colaboró en la formación del Comité Técnico de Certificación AEN/CTC 052, de AENOR Internacional, donde la Norma UNE 135332[II], elaborada por el CTN 135, era y es la base de la Marca N de productos de señalización vertical. Si bien la Marca N no llegó a ser reconocida y ha sido abandonada por los fabricantes en favor del Marcado CE, obligatorio desde enero de 2013, en base a la Norma UNE-EN 12899-1[III].

Atrás quedaron los proyectos de adecuación a la Norma 8.1-IC, aprobada el 28 de diciembre de 1999[IV], ya que los cambios incorporados aconsejaban adecuar, sobre todo, los carteles de orientación a la entonces nueva norma. En 2014 se publicó su actualización[V], en la que se amplió la información a señalizar de los servicios existentes y de los lugares de interés público (gasolineras, hospitales, estaciones de autobús o tren, polígonos industriales, urbanizaciones, zonas de ocio, etc.), si bien se echan de menos aquellos proyectos de adecuación a la Norma 8.1-IC y la conclusión de los estudios y análisis detallados para realizar la adaptación de las señales de velocidad recomendada en curvas, que quedó pospuesta por la Orden FOM/185/2017[VI].

En 1992 vio la luz el Catálogo Oficial de Señales Verticales de Circulación[VII], que sustituía al anterior catálogo, publicado en 1986. El catálogo en vigor, el de 1992, está siendo revisado desde hace varios años por el Ministerio de Fomento, revisión que aún no ha sido publicada y que es imprescindible de cara a adecuarse al Reglamento General de Circulación, Real Decreto 1824 del año 2003, ya que algunas señales referenciadas en este último no figuran en el Catálogo y otras han sido anuladas (Figura 1).

El Catálogo en revisión incorporará nuevas señales, señales que ya están siendo instaladas sin haber sido publicado el catálogo y, por lo tanto, sin tener un apoyo legal (Figura 2).

En ellas vemos el futuro de la movilidad, las electrolineras para el coche eléctrico,

Figura 2. Nuevas señales incluidas en la revisión del Catálogo Oficial de Señales Verticales de Circulación (Fuente: AFASEMETRA).

Foto 2.

ciclistas circulando con casco y desmontando de su bicicleta para facilitar la convivencia, e incluso alusiones a la igualdad de género. Esperemos ver la publicación del Catálogo de Señales Verticales de Circulación en breve, dado el esfuerzo ya realizado para su revisión.

El futuro del sector de la señalización vertical pasa por el inventariado de los elementos, la inspección periódica de sus características esenciales, visibilidad diurna (coordenadas cromáticas y factor de luminancia) y visibilidad nocturna (coeficiente de retrorreflexión), así como su reposición si no cumple los mínimos recogidos en la Norma Europea UNE-EN 12899-1.

Recientemente, AFASEMETRA ha publicado un estudio relativo al número de señales y carteles de orientación que tienen caducada la garantía del fabricante de láminas retrorreflectantes[VIII]. La garantía es de 7 años para las láminas de Clase RA1 (antiguamente, nivel I) y de 10 años para las láminas de Clase RA2 y RA3. En dicho estudio, que comprende un período de 16 años, se puede comprobar cómo el número de elementos fabricados en un año concreto es inferior al fabricado 7 o 10 años antes. Desde 2007, inicio de la crisis, a 2016 el volumen de mercado ha descendido un 60%, lo que ha provocado la desaparición de un 45% de las empresas del sector. En base a este estudio, existen más de 2.300.000 señales y 350.000 m^2 de carteles de orientación que tienen vencida la garantía del fabricante, lo que, a precios de mercado, equivale a un déficit de más de 196 millones de euros.

Existen más de 2.300.000 señales y 350.000 m^2 de carteles de orientación que tienen vencida la garantía del fabricante

Por lo tanto, es imprescindible revisar las señales que ya no están en garantía y proceder a su reposición si su vida útil ha concluido. El hecho de poder ver las señales tanto de día como de noche es prioritario para la seguridad vial. En caso de accidente, ¿de quién es la responsabilidad? Y, ¿qué ocurrirá cuando el vehículo autónomo no “lea” la señal? Excesos de velocidad, accidentes…

Foto 3.

La señalización horizontal y la seguridad vial

El conductor necesita recibir información visual continuamente desde la carretera para mantener su vehículo en la trayectoria deseada y anticipar y prever sus decisiones antes de llegar a la zona en que debe ejecutarlas. Esta información le llega del entorno, de otros vehículos y, sobre todo, de la propia carretera a través de las marcas viales, las cuales, en forma de códigos de líneas, signos y colores, le proporcionan la guía e información que necesita[IX y X].

Foto 4.

Las marcas viales deben ser visibles en condiciones de conducción diurna y nocturna pero, a veces, esta visibilidad puede verse disminuida bajo niebla y lluvia. En estas adversas circunstancias los conductores dependen especialmente de las marcas viales. Las marcas viales tipo II están diseñadas para seguir proporcionando visibilidad suficiente, aún en esas circunstancias, mediante el empleo de marcas viales con resaltes que emergen de la posible película de agua. En las llamadas huellas sonoras, las marcas viales quedan sumergidas en el agua y pierden eficacia[XI].

La información visual proporcionada por las marcas viales puede reforzarse con efectos acústicos y mecánicos que emiten señales de alerta al conductor al ser traspasadas. El sonido depende del tono (proporcionado por la altura del resalte) y la frecuencia (derivada de la separación entre resaltes)

Si el pavimento está seco, las marcas viales no modifican sustancialmente las condiciones de adherencia al neumático respecto de las del pavimento. Sin embargo, bajo lluvia, las marcas viales deben tener la textura suficiente para proporcionar la adherencia que necesita, sobre todo, el conductor de motocicleta[XII].

En algunas ocasiones, principalmente en zonas de obras, pueden aparecer marcas "fantasma", originadas por antiguas marcas viales mal eliminadas o mal enmascaradas. Estas marcas, bajo determinadas condiciones de iluminación, pueden hacerse más visibles que las reales y crear situaciones de alto riesgo. Otras veces el riesgo puede venir provocado por un excesivo cambio de textura producido por una eliminación. Existen tecnologías y materiales adecuados para evitar estas situaciones que se describen en el Informe técnico UNE-CEN-TR16958[XIII].

La certificación de los materiales se lleva a cabo conforme a lo establecido en la norma UNE EN 13197[XIV] y el marcado CE conforme a lo establecido en el EAD 230011-00-0106[XV]. La selección del material más adecuado a cada uso se puede llevar a cabo aplicando los criterios establecidos en el artículo 700 del PG3.

Las características y requisitos de la maquinaria para llevar a cabo la aplicación se describen en la norma UNE 135277 Partes 1 y 2[XVI y XVII]. El necesario ajuste en obra o calibración de la máquina se realizará al comienzo de las obras conforme a lo descrito en la norma UNE 135277 Parte 1.

Debido a la corta vida útil de este equipamiento y a la necesidad de su mantenimiento en base a los nuevos requisitos para la conducción autónoma, es no solo conveniente sino necesario llevar a cabo un control sistemático y periódico del estado de la señalización horizontal conforme los métodos que se describen en la norma UNE 135204[XVIII].

El nivel de seguridad puede quedar definido por el tiempo mínimo de percepción y reacción (tiempo consumido desde la detección hasta la respuesta) del que dispone un conductor. La señalización horizontal debe de satisfacer ese nivel de seguridad, proporcionando la distancia de visibilidad adecuada al tiempo de percepción y reacción y a la velocidad especifica de la carretera. La tabla 1 ofrece una idea de las distancias de visibilidad mínimas requeridas para tiempos de percepción y reacción comprendidos entre 2 y 5 segundos, y velocidades entre 60 y 140 km/h.

Todos los expertos coinciden en que el nivel de seguridad (tiempo) deseable debería ser 5s, fijando como mínimo absoluto 2s.

Velocidad específica	Distancia de visibilidad en m. para cada tiempo de percepción y reacción en s.			
km/h	2	3	4	5
60	33	50	67	83
80	44	67	89	111
90	50	75	100	125
100	56	83	111	139
110	62	91	122	153
120	67	100	133	167
130	72	108	144	181
140	78	117	156	194

Tabla 1. Distancias de visibilidad correspondientes a cada par: Tiempo de percepción y reacción/Velocidad (Fuente: elaboración propia).

Para que las marcas viales puedan conseguir esas distancias de visibilidad, se requiere que:

- Los materiales cumplan con los requisitos de comportamiento establecidos en el artículo 700 del PG3 (Tabla 2) y
- La marca vial en la carretera verifique durante su vida útil requisitos de comportamiento establecidos en el art. 700 del PG3 (Tabla 3).

REQUISITO	PARÁMETRO DE MEDIDA			CLASES REQUERIDAS			
				Tipo II-RW		Tipo II-RR	
Visibilidad nocturna	Coeficiente de luminancia retrorreflejada o Retrorreflexión RL	en seco		R3		R3	
		en húmedo		RW2		RW3	
		bajo lluvia		--		RR2	
Visibilidad diurna	Factor de Luminancia, β sobre pavimento, o	bituminoso		B2		B2	
		de hormigón		B3		B3	
	Coeficiente de Luminancia en iluminación difusa Qd sobre pavimento	bituminoso		Q2		Q2	
		de hormigón		Q3		Q3	
	Color: Coordenadas cromáticas (x,y) dentro del polígono de color que se define	Vértices del polígono de color		1	2	3	4
			x	0,.355	0,305	0,285	0,335
			y	0,355	0,305	0,325	0,375
Resistencia al deslizamiento	Coeficiente de fricción SRT			S1		S1	

Tabla 2. Prestaciones de los materiales a emplear en marcas viales de color blanco (Fuente: PG3).

Sistemas de contención de vehículos

La instalación de dispositivos de protección de los márgenes y medianas de las carreteras es imprescindible para atenuar las consecuencias de los accidentes por salida de calzada en aquellos casos en que no es posible eliminar elementos de riesgo y crear zonas libres adecuadas en las proximidades de las vías.

Bajo lluvia, las marcas viales deben tener la textura suficiente para proporcionar la adherencia que necesita el conductor de motocicleta

Desde la publicación de la Orden Circular 229/71 del entonces Ministerio de Obras Públicas[XIX], que recoge la experiencia acumulada en Estados Unidos y en varios países europeos y la aplica a la definición de criterios para las carreteras españolas, la implantación de los sistemas de contención de vehículos ha ido evolucionando en nuestro país en paralelo a la redacción de las distintas normas de producto primero, y después a la implantación de la normativa procedente de la Directiva Europea de Productos de la Construcción[XX].

En la década de los años 90, los fabricantes de barreras de seguridad, en colaboración con la Administración y los laboratorios de ensayo, definieron las características de los elementos componentes de las barreras que se usaban comúnmente en España, y que se recogieron en la Orden Circular 321/95 y en el Artículo 704 del PG3 del Ministerio de Fomento[XXI y XXII]. De esta forma, se normalizó el poste C para las barreras metálicas, cuyo uso se empezó a generalizar en sustitución de los postes IPN. Además, se emplearon por primera vez criterios de comportamiento para la selección de los sistemas de contención a utilizar en cada tramo de carretera.

REQUISITO	PARÁMETRO DE MEDIDA		CLASES REQUERIDAS					PERÍODO
Visibilidad nocturna	Coeficiente de luminancia retrorreflejada o Retrorreflexión RL		en seco			en húmedo		Desde su aplicación
			R4			RW2		180 días
			R3			RW1		365 días
			R2			RW1		730 días
Visibilidad diurna	Factor de Luminancia, β o coeficiente Qd sobre pavimento:	bituminoso	B2 o Q2					En todo momento de la vida útil
		de hormigón	B3 o Q3					
	Color: Coordenadas cromáticas (x,y) dentro del polígono de color que se define	Vértices del polígono de color		1	2	3	4	
			x	0,355	0,305	0,285	0,335	
			y	0,355	0,305	0,325	0,375	
Resistencia al deslizamiento	Coeficiente de fricción S RT		S1					

Tabla 3. Requisitos de las marcas viales de color blanco durante el período de garantía (Fuente: PG3).

Foto 5. Barrera de seguridad con sistema para protección de motociclistas (Fuente: SIMEPROVI).

En el año 1996 se creó SIMEPROVI, la Asociación Española de Fabricantes de Sistemas Metálicos de Protección Vial, entidad que agrupó a las empresas fabricantes de sistemas de contención pertenecientes a la Unión de Empresas Siderúrgicas (UNESID), con el objeto de ejercer de representante del sector, difundir los beneficios que las barreras aportan a la seguridad de las carreteras y participar activamente en los procesos de normalización y certificación. Así, SIMEPROVI colaboró en la redacción de las distintas normas UNE y en la creación y seguimiento de las marcas de calidad que sirvieron durante años como garantía de cumplimiento de los requisitos normativos.

Paralelamente, se iban desarrollando en el Comité Europeo de Normalización las distintas partes de la norma EN1317[XXIII], en la que se definen las características funcionales que los fabricantes deben declarar para poder comercializar sus productos con el correspondiente Marcado CE. Estas características se obtienen mediante ensayos de choque a escala real, lo que supone un cambio importante para la definición de los sistemas de contención. Una vez el Marcado CE se hizo obligatorio en el año 2011 para barreras de seguridad, pretiles y atenuadores de impacto, dejaron de tener validez los catálogos incluidos en las distintas Órdenes Circulares y se pasaron a definir los sistemas de contención en los proyectos mediante sus parámetros de comportamiento.

Un aspecto muy importante a considerar en relación con los sistemas de contención son los efectos que causan a los usuarios vulnerables, como son los motociclistas o los ciclistas. España es uno de los países que más importancia ha dado a la implantación en las barreras de seguridad de elementos que hagan menos lesivos los choques contra la barrera que estos usuarios pueden sufrir; se trata de los llamados Sistemas para Protección de Motociclistas (Foto 5). En el año 2003 se publicó como Informe UNE lo que posteriormente se convirtió en Norma UNE 135900[XXIV], que permite determinar mediante ensayos a escala real con maniquí el comportamiento de estos dispositivos ante el impacto de un motociclista. Esta norma fue posteriormente empleada como referencia para la redacción de una especificación técnica europea, y las reglamentaciones de las distintas Administraciones la han incorporado como requisito obligatorio para los productos que se instalen, siguiendo los correspondientes criterios de implantación, como los incluidos en la Orden Circular 35/2014[XXV], que agrupó todas las regulaciones anteriores del Ministerio de Fomento.

Los fabricantes españoles han ido desarrollando un amplio catálogo de productos para cubrir las necesidades de protección de todos los usuarios y, de esta forma, aportar a los proyectistas y gestores de carreteras soluciones para toda la casuística que se da en el diseño de nuevas vías o adecuación de las ya existentes.

La normativa lleva varios años en funcionamiento y se está trabajando en su revisión, incidiendo en asuntos tan relevantes como las transiciones entre sistemas de contención contiguos, los terminales de las barreras o una mayor definición de los criterios de ensayo y las condiciones en que éstos se llevan a cabo, como las cimentaciones en el caso de los pretiles o las cargas máximas que éstos pueden transmitir a las estructuras, las cuales deben tenerse en cuenta a la hora de diseñar los puentes.

Es deseable también que los criterios de implantación se vayan adaptando progresivamente a los tráficos actuales que circulan por las carreteras españolas, incidiendo en la mayor protección de los usuarios vulnerables y en el aumento de los niveles de contención.

España es uno de los países que más importancia ha dado a la implantación en las barreras de seguridad de elementos que hagan menos lesivos los choques de ciclistas y motoristas

También se está trabajando en la adaptación de la reglamentación a las condiciones particulares de aquellas carreteras en las que, debido a sus condicionantes de diseño, no es posible cumplir los criterios definidos para carreteras de alta capacidad. Así, en el seno de la Mesa de Directores Generales de Carreteras de Comunidades Autónomas y Diputaciones Forales, coordinada por la Asociación Española de la Carretera, se ha desarrollado el documento "Recomendaciones sobre sistemas de contención en carreteras de características reducidas"[XXVI], presentado en el año 2018 y que pretende servir como guía para la implantación de sistemas de contención en estos casos.

La evolución del alumbrado

El alumbrado público siempre se ha considerado como un elemento de seguridad para los vehículos y las personas; permite ver y

Foto 6. Barreras de seguridad (Fuente: SIMEPROVI).

nología LED, que no solo permite mejorar la eficiencia, sino que también mejora las instalaciones en cuanto a calidad técnica y lumínica.

La tecnología LED implica un 60-70% de reducción de consumo, solo por el cambio de fuente de luz, aunque si incluimos sistemas de control y gestión, podría llegarse incluso hasta una reducción del 80-90%. Las tecnologías tradicionales no permiten regulación, solo existe el encendido y el apagado, mientras que la tecnología LED permite regular la intensidad y, por tanto, el flujo lumínico; mediante la utilización de sensores de movimiento, sensores de presencia y la graduación de intensidad, podemos obtener grandes reducciones de consumo y ahorro, energético y económico, así como disminuir las emisiones de CO_2, mejorando y ayudando al medioambiente.

ser visto y el porcentaje de siniestros en aquellas carreteras que carecen de iluminación aumenta casi un 68% respecto a las que están iluminadas.

Considerada como el inicio del futuro del alumbrado, la tecnología LED es en la actualidad el mecanismo mediante el cual se están sustentando todos los avances en este ámbito y hacia donde podremos llegar en el mundo de la iluminación.

Según la Asociación Española de Fabricantes de Iluminación (ANFALUM), hay diferentes fases básicas a la hora de definir la evolución de la iluminación (Figura 3):

- LEDificación.
- Intelligent Ligthing Systems.
- Human Centric Ligthing.
- Economía Circular.

Aunque no todas estas fases tienen que ver con el avance de la iluminación, las tres primeras definen el camino y evolución de la tecnología, desde la venta del simple producto hasta comercializar un servicio completo que deben prestar las instalaciones.

Como ya se ha destacado, toda esta evolución comenzó con el LED y las distintas aplicaciones que han ido apareciendo para esta nueva tecnología, iniciándose en el láser y llegando a todas las aplicaciones en el alumbrado; en la actualidad, casi el 70-80% de las instalaciones son realizadas con tecnología LED.

Además de la capacidad de gestión, la tecnología LED tiene otras muchas ventajas respecto a las tecnologías tradicionales, como es su durabilidad, hasta 50 veces mayor, permitiendo pasar, como valor medio, de las 3.000 horas de las antiguas tecnologías hasta las 50.000-90.000 horas de duración de la tecnología LED, dependiendo de la potencia. Además, se ahorra en el mantenimiento, puesto que será necesaria mucha menos reposición, dada su vida útil.

Las conocidas como ciudades inteligentes, ya muy presentes, podrán utilizar en un futuro los puntos de luz como puntos de información, ya que los nuevos sistemas de iluminación podrán gestionar o informar del tráfico, aparcamientos disponibles, etc. Todo ello

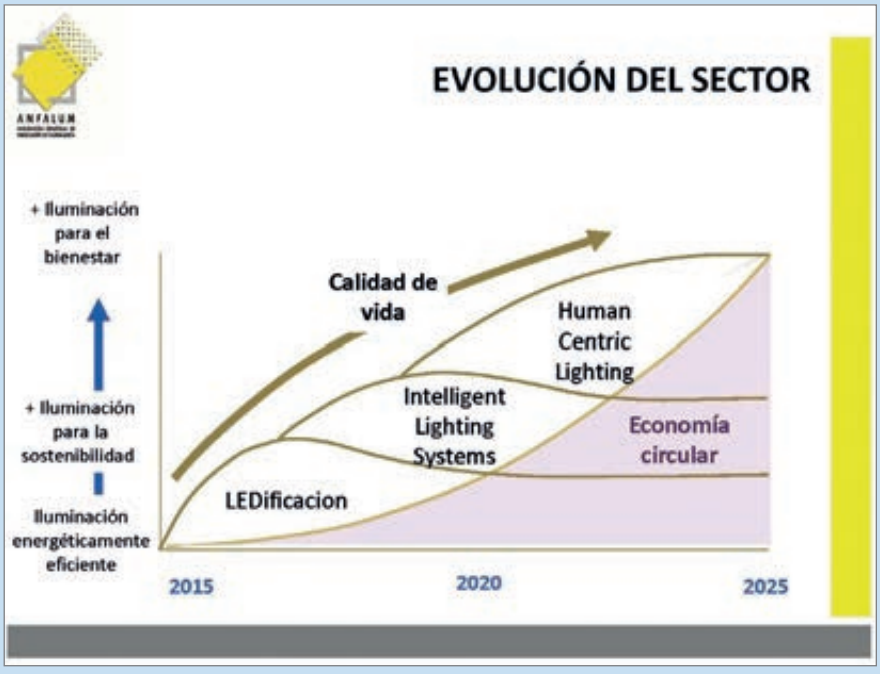

Figura 3. Evolución del sector de la iluminación (Fuente: ANFALUM).

permite controlar el alumbrado desde el teléfono móvil o tableta, además de utilizar los diferentes sensores para regular la intensidad o tiempos programados de iluminación.

En la actualidad, las instalaciones de alumbrado posibilitan una regulación punto a punto, además del conocimiento casi en directo del estado de la instalación, posibles averías o reducciones bruscas de rendimiento. Una vez que se puede controlar cada una de las instalaciones, debemos dar el siguiente paso, que no es otro que utilizar el alumbrado público para dotar de una mayor seguridad a las ciudades y puntos de conexión de la Li-Fi.

> Las ciudades inteligentes podrán utilizar los puntos de luz como puntos de información, ya que los nuevos sistemas de iluminación podrán gestionar o informar del tráfico, aparcamientos disponibles, etc.

En cuanto a rendimiento, comunicación, posibilidades de regulación, calidad de vida…, la capacidad de iluminación del LED es palpable, además del evidente ahorro energético; el LED aporta en general una mayor variedad cromática de tonos y unas soluciones que ofrecen gran variedad en cuanto a la forma de iluminación, con una menor necesidad de mantenimiento, lo que conlleva un ahorro económico, no solo del coste de la electricidad, sino al no tener que reemplazar con tanta asiduidad.

Uno de los peores aspectos de la tecnología LED es la gran cantidad de productos de baja calidad existentes; debe asegurarse la compra de productos de calidad y realizar una buena instalación para sacar el mayor rendimiento de la misma; en ocasiones, lo caro sale barato y viceversa; debemos confiar en aquellas empresas con gran calidad técnica y no de las que buscan el negocio momentáneo y el oportunismo.

Para la realización de una instalación, la primera medida a tomar es la de comprar productos de calidad, para realizar posteriormente un proyecto lumínico adecuado, un proyecto de mantenimiento de acuerdo con el Reglamento de Eficiencia Energética en Alumbrado Exterior[XXVII], y un proyecto que permita un ahorro energético sin perder un ápice de los aspectos anteriormente citados.

Sistemas reductores de ruido

El ruido ambiental es un factor complejo y en continuo crecimiento, que origina impactos en la salud y la calidad de vida de un gran porcentaje de población en el ámbito mundial. Existe consenso en cuanto a que los niveles de ruido a los que se ve sometida la población son inaceptables en un gran número de países, y se constata una clara conciencia de que este problema continuará creciendo en el futuro.

Atendiendo a la preocupación social por los efectos en el medio ambiente de las infraestructuras, los Estudios de Impacto Ambiental previos a la ejecución de nuevas obras y, en particular, de los nuevos proyectos de autopistas y autovías, toman ya en consideración desde hace más de 30 años la afección por ruido de tráfico y vibraciones.

Como consecuencia de la necesidad de corregir, o al menos reducir, los niveles de ruido de tráfico generados, se han ido desarrollando técnicas, métodos de evaluación de la afección y medidas correctoras de impacto, basadas en el desarrollo de nuevos dispositivos y dotaciones viarias especialmente diseñadas, fabricadas e instaladas con esta finalidad.

A la hora de prever y adoptar medidas correctoras, teniendo en cuenta la enorme dificultad de disminuir el ruido en el entorno de una carretera, es necesario contar con todas las opciones posibles. Entre éstas, ocupan un lugar destacado la instalación de barreras y dispositivos reductores de ruido.

Cuando se revele la necesidad de acometer acciones para dificultar la propagación del sonido procedente de una carretera, ya sea mediante la interposición de obstáculos a la transmisión, que presenten unas adecuadas características de aislamiento a ruido aéreo, o la modificación de las condiciones de absorción acústica en las superficies que intervienen en el camino de la propagación acústica, será preciso abor-

> El porcentaje de siniestros en carreteras que carecen de iluminación aumenta casi un 68% respecto a las que están iluminadas

Foto 7. Fuente: ANFALUM.

Foto 8. Fuente: ANIPAR.

El ruido ambiental es un factor complejo y en continuo crecimiento, que origina impactos en la salud y la calidad de vida de un gran porcentaje de población

dar un proyecto de definición de los dispositivos reductores de ruido correspondientes.

Actualmente, el estado del arte en la definición, fabricación y ejecución de dispositivos y pantallas reductores de ruido está muy desarrollado y el sector ofrece una amplia gama capaz de dar respuesta a las exigencias técnicas y de diseño que permiten resolver adecuadamente una gran parte de situaciones.

Como es lógico, al mismo tiempo se ha desarrollado la correspondiente normativa de aplicación en esta materia, cuyo objetivo final es el aseguramiento de la calidad de los sistemas y materiales empleados para la reducción del ruido de tráfico.

Organismos internacionales como la Organización Internacional de Estandarización (ISO, *International Organization for Standardization*) y el Comité Europeo de Normalización (CEN), han publicado una serie de normas relativas a los diferentes aspectos de la acústica aplicada, que sirven de base para el desarrollo de una normativa más detallada, aunque ellas mismas se refieren ya a aspectos más de detalle relativos a los dispositivos reductores de ruido, particularmente para carreteras.

La entrada en vigor de la Directiva Europea de Productos de Construcción y el Mandato M-111[(XXVIII)] de la Comisión Europea, así como el posterior Reglamento de Productos de Construcción[(XXIX)], conllevaban la necesidad de disponer de una normativa a nivel supranacional que permita analizar y comparar las prestaciones de los diferentes productos y materiales, independientemente de su país de origen, mediante la aplicación de unos métodos iguales en todos los países europeos, con lo que se pretende que las certificaciones que se expidan por organismos notificados de cualquiera de los países que se encuentren en el ámbito de la norma, sean comparables y válidas en todos ellos, facilitando a los técnicos responsables una guía para seleccionar los materiales y redactar los pliegos de condiciones técnicas adecuados, exigibles en cada tipo de obra.

Desde 1990, el CEN y, en particular, el Grupo de Trabajo WG6, bajo la dirección del Comité Técnico TC226, han elaborado y publicado la normativa europea relativa a los dispositivos reductores de ruido (DRR) para carreteras.

Al mismo tiempo, se creó, a instancias de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento y de AENOR, dentro del CTN135 de Equipamiento de la Carretera, el Subcomité 6 de Dispositivos Reductores de Ruido, que, como grupo de trabajo espejo del CEN TC226 WG6, ha participado activamente en el desarrollo de las normas europeas, las cuales, como resulta preceptivo, han sido editadas por parte de AENOR y UNE en nuestro país como normas UNE EN.

El conjunto de normas publicadas por CEN y UNE relativas a los DRR se agrupa en tres bloques de normas soporte, la serie UNE EN 1793, Partes 1 a 6[(XXX)], que se refiere a las características acústicas de los DRR; la serie UNE EN 1794, Partes 1 a 3[(XXXI)], que se refiere al comportamiento no acústico de los DRR, y la serie UNE EN 14389, Partes 1 y 2[(XXXII)], relativa al comportamiento a largo plazo de este tipo de dotaciones viales. Finalmente, la norma UNE EN 14388 “Dispositivos reductores de ruido de tráfico en carreteras – Especificaciones - Producto estándar y anexo ZA”[(XXXIII)], expone el procedimiento de evaluación de conformidad de las pantallas acústicas y demás DRR e incluye el Anexo ZA, donde se especifican cuáles son sus partes armonizadas y, por tanto, de obligado cumplimiento, y se establecen las condiciones para el preceptivo Marcado CE.

En el año 1997 se creó ANIPAR, la Asociación Nacional de Industriales de Pantallas y Dispositivos Anti-Ruido, entidad que agrupó a las empresas fabricantes y laboratorios que participaban en los trabajos del Subcomité 6 del UNE CTN135 y con el objeto, además, de participar activamente en los procesos de normalización y certificación de las pantallas acústicas y demás DRR, ejercer la representación del sector y difundir todos los aspectos tecnológicos relativos a la implantación de estos sistemas en las infraestructuras

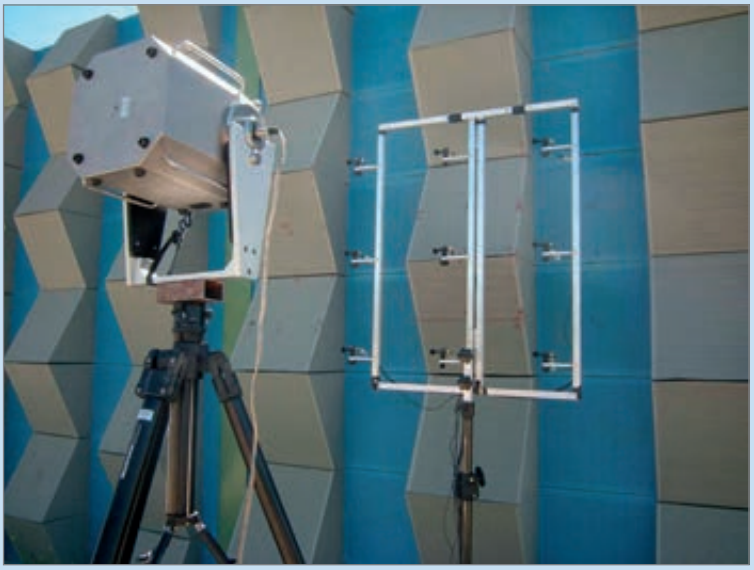

Foto 9. Fuente: ANIPAR.

de transporte, asesorando a las diferentes administraciones públicas y resaltando los beneficios que los DDR aportan a la integración medioambiental de las carreteras.

Actualmente, ANIPAR ostenta la Presidencia del Subcomité 6 del UNE CTN135, cuya Secretaría está a cargo de la Asociación Española de la Carretera. Así, continúa colaborando en la redacción y actualización de las distintas normas CEN y UNE y asesorando a las administraciones públicas en la elaboración de documentos técnicos y guías de instalación de estos sistemas, velando por la implantación en el sector de la exigencia del Marcado CE como garantía de cumplimiento de los requisitos normativos.

El estado del arte en la definición, fabricación y ejecución de dispositivos y pantallas reductores de ruido está muy desarrollado

En junio de 2009, se constituyó con sede en Bruselas la ENBF, *European Noise Barrier Federation*, entidad que agrupaba a las asociaciones nacionales existentes en esa fecha: Alemania, España, Francia, Italia y Portugal, con representación de otros países como Austria, Bélgica, Holanda, Polonia y República Checa, siendo ANIPAR uno de los miembros fundadores y ostentando su Presidencia Ejecutiva durante los cinco primeros años. Desde esta organización sin ánimo de lucro, se promueve a nivel europeo toda la normativa CEN y se desarrollan y consensuan las políticas de apoyo al sector a nivel internacional, promoviendo y participando en diferentes proyectos de I+D dentro de los programas marco de la UE.

Un aspecto muy importante y que conviene no olvidar en relación con la instalación de los DRR es que, evidentemente, cualquier dispositivo o nueva dotación viaria que se instale en una carretera resulta susceptible de afectar, en uno u otro sentido, a las condiciones que determinan los riesgos de uso y explotación de la infraestructura y, por consiguiente, a la seguridad vial, por lo que deberá tomarse en consideración este aspecto y realizar en cada caso, un análisis previo a la instalación.

Los fabricantes españoles han ido desarrollando un amplio catálogo de productos para cubrir las necesidades de implantación de medidas correctoras de impacto acústico del tráfico viario, garantizando la seguridad de los usuarios que circulan por las carreteras y aportando a los proyectistas y gestores soluciones específicas para cualquier situación que se dé en los proyectos de nuevas vías o remodelación de las existentes.

Conclusión

A la vista de los progresivos avances que los distintos equipamientos viales han tenido en nuestro país, se puede afirmar que las Administraciones y proyectistas disponen de una amplia gama de posibilidades a la hora de diseñar la señalización, iluminación, protección de márgenes y reducción del ruido de las carreteras. El sector está ampliamente cualificado y es capaz de dar respuesta a las necesidades de todos los usuarios de las vías, así como a los retos en relación a las nuevas tecnologías que ya han llegado y se irán implantando sucesivamente en los próximos años.

Agradecimientos

FOROVIAL agradece la colaboración prestada en la redacción de este artículo a sus miembros:

María Luisa Jimeno (AFASEMETRA).
Sergio Corredor (SIMEPROVI).
Ricardo Pomatta (ANFALUM).
Dámaso Alegre (ANIPAR).
AETEC.

Referencias bibliográficas

I. Recomendaciones para el empleo de placas reflectantes en la señalización vertical de carreteras (CEDEX, 1984).

II. UNE 135332 - Señalización vertical. Placas y lamas de las señales, carteles y paneles direccionales metálicos utilizados en la señalización vertical permanente. Materiales. Características y métodos de ensayo (UNE, 2013).

III. UNE-EN 12899-1 - Señales verticales fijas de circulación. Parte 1: Señales fijas (UNE, 2009)

IV. Norma 8.1-IC, señalización vertical, de la Instrucción de Carreteras (Ministerio de Fomento, 2009).

V. Norma 8.1-IC, señalización vertical, de la Instrucción de Carreteras (Ministerio de Fomento, 2014).

VI. Orden FOM/185/2017, de 10 de febrero, por la que modifican la Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprobaba la norma 5.2-IC de drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras, y la Orden FOM/534/2014, de 20 de marzo, por la que se aprueba la norma 8.1-IC, señalización vertical, de la Instrucción de Carreteras (Ministerio de Fomento, 2017).

VII. Señales Verticales de Circulación (2 tomos) (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 1992).

VIII. Estudio para determinar el número de señales y carteles de orientación que tienen caducada la garantía del fabricante de láminas retrorreflectantes (AFASEMETRA, 2019).

IX. Norma 8.2- IC. Marcas viales (Ministerio de Obras Públicas, 1987).

X. UNE EN 1436 - Materiales para señalización vial horizontal. Comportamiento de las marcas viales aplicadas sobre la calzada y métodos de ensayo (UNE, 2018).

XI. Guía para el proyecto y ejecución de obras de señalización horizontal (Ministerio de Fomento, 2012).

XII. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG3). Artículo 700: Marcas Viales (Ministerio de Fomento, 2015).

XIII. UNE-CEN-TR16958 - Materiales de señalización vial horizontal. Condiciones para el borrado/enmascaramiento de marcas viales (UNE, 2018).

XIV. UNE EN 13197 - Materiales para señalización vial horizontal. Simulador de desgaste. Mesa giratoria (UNE, 2014).

XV. EAD 230011-00-0106 - Road marking products (EOTA, 2015).

XVI. UNE 135277 Parte 1 - Equipamiento para la señalización vial. Señalización horizontal. Maquinaria de aplicación. Parte 1: Clasificación y características (UNE, 2010).

XVII. UNE 135277 Parte 2 - Equipamiento para la señalización vial. Señalización horizontal. Maquinaria de aplicación. Parte 2: Métodos de ensayo (UNE, 2011).

XVIII. UNE 135204 - Equipamiento para la señalización vial. Señalización horizontal. Control de calidad. Comportamiento en servicio (UNE, 2010).

XIX. Orden Circular 229/71 – Normas provisionales sobre barreras de seguridad (Ministerio de Obras Públicas, 1971).

XX. Directiva del Consejo Europeo de 21 de diciembre de 1988, relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros sobre los productos de construcción (89/106/CEE) (Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 1988).

XXI. Orden Circular 321/95 T y P Recomendaciones sobre sistemas de contención de vehículos (Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, 1995).

XXII. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG3). Artículo 704: Barreras de seguridad, pretiles y sistemas de protección de motociclistas (Ministerio de Fomento, 2015).

XXIII. UNE EN 1317 - Sistemas de contención para carreteras (varias partes) (UNE).

XXIV. UNE 135900 - Evaluación del comportamiento de los sistemas para protección de motociclistas en las barreras de seguridad y pretiles. Procedimientos de ensayo, clases de comportamiento y criterios de aceptación (UNE, 2017).

XXV. Orden Circular 35/2014 sobre criterios de aplicación de sistemas de contención de vehículos (Ministerio de Fomento, 2014).

XXVI. Recomendaciones sobre sistemas de contención en carreteras de características reducidas (Grupo de Trabajo de Seguridad Vial de la Mesa de Directores Generales de Carreteras de Comunidades Autónomas y Diputaciones Forales, 2018).

XXVII. Reglamento de Eficiencia Energética en Alumbrado Exterior (RD 1890/2008) (Ministerio de Fomento, 2008).

XXVIII. Mandato M-111 Circulation Fixtures (Comisión Europea, 1996).

XXIX. Reglamento (UE) nº 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011, por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción y se deroga la Directiva 89/106/CEE del Consejo (Diario Oficial de la Unión Europea, 2011).

XXX. UNE EN 1793, Partes 1 a 6 - Dispositivos reductores de ruido de tráfico en carreteras. Método de ensayo para determinar el comportamiento acústico (UNE).

XXXI. UNE EN 1794, Partes 1 a 3 - Dispositivos reductores de ruido de tráfico en carreteras. Comportamiento no acústico (UNE).

XXXII. UNE EN 14389, Partes 1 y 2 - Dispositivos reductores de ruido de tráfico en carreteras. Métodos de evaluación del comportamiento a largo plazo (UNE).

XXXIII. UNE EN 14388 - Dispositivos reductores de ruido de tráfico en carreteras. Especificaciones (UNE, 2016).