

El control de calidad de marcas viales por procedimientos estáticos

Por RAFAEL NIETO MASIDE
Ing. Técnico Industrial

MANUEL BLANCO FDEZ.
Dr. Ciencias Químicas

ANGEL CUEVAS GONZÁLEZ.
Ldo. Ciencias Químicas

FCA. CASTILLO RUBÍ
Dra. Ciencias Químicas



Figura 1. Determinación de la dosificación de los materiales mediante placas metálicas.

1. Introducción

LAS marcas viales, que constituyen la parte fundamental de la señalización horizontal son las líneas, palabras, símbolos o números existentes en el pavimento, bordillos u otros elementos de la carretera, que proporcionan una guía visual a los usuarios, señalando claramente los límites de la calzada.

Hoy en día ya resulta extraño circular por una carretera que no

se encuentre señalizada mediante marcas viales, salvo que nos adentremos por vías forestales o de dominio rural; aunque no hay que remontarse a demasiados años atrás para recordar carreteras que se podrían considerar de primera categoría, en las que no existía, ni siquiera, una línea divisoria de los dos sentidos de circulación, o en las que las marcas viales se encontraban prácticamente borradas.

La necesidad de tener señalizada horizontalmente una carretera y, a su vez, mantener en buenas condiciones dicha señalización es tan importante para la seguridad de

la circulación que el Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (MOPTMA) viene realizando, desde hace una serie de años, un amplio control de la calidad de las marcas viales, a través del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX)(1).

2. Requisitos esenciales de las marcas viales

Por una parte, teniendo en cuenta la actual normativa española(2) y, por otra, la futura norma única europea(3), elaborada por el grupo

“El deterioro de una marca vial viene producido por factores diversos, pero cabría destacar la erosión mecánica y su comportamiento a la intemperie.”

de trabajo 2 (GT-2) del Comité Técnico nº 226 “Equipamientos de carreteras” del Comité Europeo de Normalización (CEN/CT 226), actualmente en período de información pública, las exigencias requeridas a una marca vial son:

- Visibilidad nocturna
- Visibilidad diurna
- Resistencia al deslizamiento
- Resistencia al deterioro

A las características anteriores habría que añadir otras que, si bien no alcanzarían la categoría de “principales o esenciales”, utilizando el lenguaje de la norma europea, sí se deben tener presentes a la hora de llevar a cabo la aplicación de una marca vial: tal es el caso del tiempo de secado del material que va a constituir la antes mencionada marca vial. Un tiempo de secado o curado excesivo haría prohibitiva la utilización del material, pues se interrumpiría el tráfico un período demasiado largo, con todo lo que este hecho conlleva en la vida actual.

La visibilidad nocturna se consigue mediante la incorporación de microesferas de vidrio a los materiales de señalización. Tal incorporación puede realizarse por dos procedimientos: premezcla y postmezcla. En el primero se incorporan al material antes de su puesta en obra; en el segundo se agregan inmediatamente después de la aplicación del material de señalización. Este último método de incorporación es el de uso más común. En algunos casos (termoplásticos de aplicación en caliente) se combinan ambos procedimientos.

La visibilidad diurna se logra por el empleo de una pigmentación

adecuada en la masa del material que, tras su aplicación constituirá la señal horizontal(4). Uno de los productos de uso más frecuente a tal fin es el dióxido de titanio. El pigmento anterior es un componente cuya producción es una fuente bastante contaminante, desde el punto de vista del medio ambiente; y fábricas que lo sintetizaban hace una serie de años se han visto obligadas a cerrar en algunos países de fuerte presión social en este tipo de temas. Su utilización como aditivo en otros campos de la

tencia al deslizamiento, de manera que no exista excesiva diferencia entre dicha resistencia en la marca vial y la del pavimento de la carretera, para evitar problemas durante la frenada de un vehículo. El problema de la resistencia al deslizamiento no presenta, en España, la gravedad que puede tener en Escandinavia, Holanda o Bélgica, cuya pluviosidad es muy superior a la nuestra. La resistencia al deslizamiento en Bélgica adquiere tanta importancia como puede tener en un país del sur de Europa la



Figura 2. Toma de muestras para ensayos de identificación.

construcción, y su escasez, han conducido a precios elevados y, en ocasiones, a traerlo desde lugares bastante alejados, con el consiguiente aumento de su precio. Evidentemente, el dióxido de titanio es el responsable del color blanco de las marcas viales que, en la actualidad, en España se emplean en la señalización horizontal permanente. Las marcas viales de carácter temporal son de color amarillo, cuyos pigmentos no dejan de ser ajenos a los cambios en las formulaciones actuales; pues ciertos compuestos de cromo y plomo, que eran los responsables de la coloración, están siendo sustituidos por sustancias de naturaleza no contaminante.

Es necesario que las marcas viales posean una adecuada resis-

visibilidad nocturna puesto que, en esa nación, la mayoría de sus carreteras están iluminadas. Cuando se dice que el problema en España no es tan grave como en zonas limítrofes, hay que pensar en que la anchura de la marca vial longitudinal es inferior, por lo que la probabilidad de que el neumático del automóvil ruede sobre ella durante mucho tiempo es baja. Donde adquiere una cierta importancia es en zonas urbanas, en sitios tales como pasos de cebra o proximidades de semáforos; o bien en carreteras que atraviesen poblaciones, por las mismas razones indicadas para zonas urbanas; así como en puntos singulares de las mencionadas carreteras, por ejemplo en las isletas. Se incorporan materiales de naturaleza inorgánica a la

formulación del material para mejorar esta característica. Pero la adición de una cantidad elevada de áridos, que mejore la seguridad desde el punto de vista del deslizamiento, lleva consigo la disminución de la visibilidad diurna de la marca vial, lo cual es un problema, fundamentalmente, en áreas urbanas. Hay que llegar a una solución de compromiso, para añadir la cantidad suficiente para lograr una resistencia al deslizamiento adecuada, sin que por ello la señal se oscurezca demasiado.

El deterioro de una marca vial viene producido por factores diversos, pero cabría destacar la erosión mecánica y su comportamiento a la intemperie. El primero de los factores, como es lógico, va ser función de la intensidad de tráfico de la carretera y, además, del número de vehículos pesados que circulen por ella. El comportamiento de los materiales a la intemperie va a depender, principalmente, del tipo de material base que dé lugar a la marca vial, de su correcta formulación, y de los aditivos absorbentes de las radiaciones ultravioletas, procedentes del sol, que provocan un envejecimiento en todo material orgánico. El fenómeno de las radiaciones solares es un tema que preocupa a los países del sur de Europa, por el efecto negativo que tiene en la durabilidad de la señalización; mientras que otro tipo de fenómenos atmosféricos, como la nieve y el hielo, preocupan a los países nórdicos, aunque su influencia en las señales es de otra etiología. La conjunción de los factores enunciados conduce a la durabilidad de las marcas viales, necesaria para evitar continuas aplicaciones durante su conservación, lo que provocaría la presencia demasiado frecuente de máquinas pintabandas en las carreteras, así como un aumento muy rápido del número de capas de marcas viales, que, cuando alcanza el número de cinco, es preciso eliminar por métodos caros, complicados y problemáticos.

3. Materiales utilizados en marcas viales

Los materiales utilizados para la confección de marcas viales se



Figura 3. Inspección de la maquinaria utilizada.

pueden dividir en cuatro grandes grupos:

- Pinturas.
- Termoplásticos de aplicación en caliente.
- Plásticos de aplicación en frío ("Dos componentes").
- Cintas prefabricadas.

A ellos habría que añadir las microesferas de vidrio, responsables del fenómeno de la retrorreflexión, que hace visibles a las señales durante la noche. Además, en el conjunto de la señalización horizontal hay que hacer mención de los captafaros y de los perfiles

o resaltos sonoros, que aumentan la visibilidad de la señalización en épocas de lluvia. Los perfiles escalonados constituyen lo que, a nivel europeo, se ha denominado "marcas viales de tipo II", para diferenciarlas de las tradicionales denominadas de "tipo I".

Las pinturas son composiciones líquidas con finas partículas en suspensión, que se convierten en una película sólida y opaca después de su aplicación en capa fina. Entre las pinturas convencionales utilizadas en la señalización horizontal de carreteras se encuentran



Figura 4. Medida de la visibilidad nocturna de las marcas viales.

las basadas en resinas alquídicas, resinas alquídicas modificadas con clorocaucho, resinas acrílicas en disolventes orgánicos y, por último, las de más reciente aparición, las pinturas acrílicas en emulsión acuosa, que tienen un gran interés desde el punto de vista ecológico.

Los materiales termoplásticos en caliente consisten en una mezcla de áridos, pigmentos y extendedores, aglomerados con una o varias resinas de naturaleza termoplástica, todo ello convenientemente plastificado. El conjunto carece por completo de disolventes y se presenta, a temperatura ambiente, en estado sólido. Su característica principal es que, a las altas temperaturas de aplicación, (sobre 200°C) se vuelven fluidos y su secado es muy rápido, por enfriamiento.

Los plásticos de aplicación en frío se caracterizan porque la marca vial se forma tras la mezcla de los dos componentes que constituyen la materia prima.

Las cintas prefabricadas se emplean tanto en la señalización permanente como en la temporal, aunque es en esta última donde se están utilizando con mayor frecuencia en nuestro país. Los precios, hasta hace pocos años, reducían su uso exclusivamente a casos muy particulares. La competencia entre distintos fabricantes y la aparición de nuevos materiales en el mercado han llevado a que las cintas prefabricadas se utilicen con mayor profusión, debido a una serie de prestaciones que concurren en ellas, tales como durabilidad y características ópticas, entre otras(5).

Por último, no hay que olvidar la presencia de las microesferas de vidrio que, como ya se mencionó, proporcionan visibilidad nocturna a una señal. Estos materiales de forma esférica son los responsables de la retrorreflexión, es decir, la propiedad de concentrar las radiaciones luminosas recibidas, reflejándolas en la misma dirección de los rayos incidentes, con lo que se hacen visibles a un observador colocado detrás del foco luminoso(6).



Figura 5. Medida de la visibilidad diurna de las marcas viales.

4. Características exigidas a los materiales utilizados en marcas viales

La evaluación de las características mínimas exigidas a un material de señalización horizontal pueden realizarse según dos tipos de pruebas:

- Ensayos de laboratorio.
- Ensayos en carretera.

Los ensayos de laboratorio se realizan sobre los materiales que darán lugar a la marca vial(7), mientras que los ensayos en carretera (8, 9, 10) corresponden ya a la propia marca vial.

Todas las pruebas de evaluación, ya sean en laboratorio o en carretera, se encuentran en estos momentos en una etapa de transformación. Por lo que atañe a nuestro país, el comité técnico nº 135 de AENOR, a través de su subcomité 2 "Señalización horizontal" ha elaborado un amplio conjunto de normas, basadas en la experiencia de los expertos que intervienen en su redacción, y en los trabajos del Comité Europeo análogo. Ante la inexistencia de un cuerpo normativo sobre el tema de la señalización horizontal de carreteras, para los requerimientos

mínimos exigidos, tanto a nivel de laboratorio como de material instalado, el Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (MOPTMA) ha hecho uso de una serie de órdenes circulares que hacían referencia a los pliegos de condiciones elaborados para cada material de señalización considerado(11).

En el bienio 1992-93 se ha estado aplicando, en el ámbito de competencias de la Dirección General de Carreteras, la Nota de Servicio elaborada por la Subdirección General de Conservación y Explotación, con fecha de 29 de julio de 1991, y con el título "Proyectos de marcas viales a redactar en 1991 para el bienio 92-93". En esta Nota de Servicio se dan unas instrucciones complementarias a los artículos 278 y 700 del PG-3, así como a la Orden Circular 292/86 T, dando entrada y carácter oficial al "Pliego de Condiciones de la Señalización Horizontal de Carreteras sobre Pavimentos Flexibles" redactado por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) en octubre de 1990, a petición de la Dirección General de Carreteras del MOPTMA.

En este Pliego de Condiciones están recogidos todos los ensayos de laboratorio que deben cumplir las pinturas convencionales, materiales termoplásticos de aplicación en caliente, materiales plásticos de aplicación en frío y microesferas de vidrio; completando el artículo 278 del PG-3, que sólo hacía mención a las pinturas convencionales.

En lo que respecta a los ensayos en carretera, también el Pliego de condiciones de octubre de 1990 establece los ensayos que se deben realizar, así como los valores exigidos a cada determinación. Estos ensayos se dividen en dos tipos:

A) En el momento de la aplicación.

- Control de aplicación.
- Dosificación.
- Toma de muestras.

B) Durante la vida útil de la marca vial.

- Visibilidad nocturna o retrorreflexión.
- Visibilidad diurna (factor de luminancia, coordenadas cromáticas y relación de contraste con el pavimento).

- Resistencia al deslizamiento.
- Grado de deterioro.

5. Realización del control de calidad de marcas viales

En virtud del contenido de los Pliegos, Órdenes circulares y Notas de Servicio ya mencionados, antes de iniciar la aplicación de marcas viales en la Red de Carreteras del Estado, se precisó enviar una muestra de los materiales a un laboratorio autorizado, para que éste la ensayase y remitiera los resultados a la Dirección de obra, para poder así empezar la aplicación de las marcas viales, si dichos resultados eran positivos.

Posteriormente, el Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente desplazó un laboratorio móvil para realizar el control de calidad a pie de obra, durante el cual se determinaron la dosificación de materiales mediante placas metálicas(12), toma de muestras para ensayos de identificación, control de las condiciones ambientales durante la aplicación (temperatura y humedad relativa) e inspección de la maquinaria utilizada. También, sobre las marcas viales ya aplicadas, se midió la visibilidad nocturna y diurna (figuras 1 a 5).

La medida de la visibilidad nocturna, o retrorreflexión de las marcas viales, expresada mediante el coeficiente de luminancia retrorreflejada R_L , se realizó con un retrorreflectómetro dotado de un iluminante patrón CIE, tipo A, con ángulo de incidencia de $86^\circ 30'$ y ángulo de divergencia u observación de $1^\circ 30'$, expresándose los resultados en $\text{mcd m}^{-2} \text{lx}^{-1}$. El valor inicial de la visibilidad nocturna de las marcas viales, medida en los primeros 15 días a partir de su aplicación, debía ser superior a $300 \text{ mcd m}^{-2} \text{lx}^{-1}$, y en cualquier momento a lo largo de la vida útil de la marca vial, superar las $150 \text{ mcd m}^{-2} \text{lx}^{-1}$.

Para medir la visibilidad diurna de las marcas viales, expresada mediante el factor de luminancia, β , coordenadas cromáticas (x, y) y relación de contraste con el pavimento, se empleó un colorímetro tri-estímulo dotado de un iluminante patrón CIE, tipo D65, con

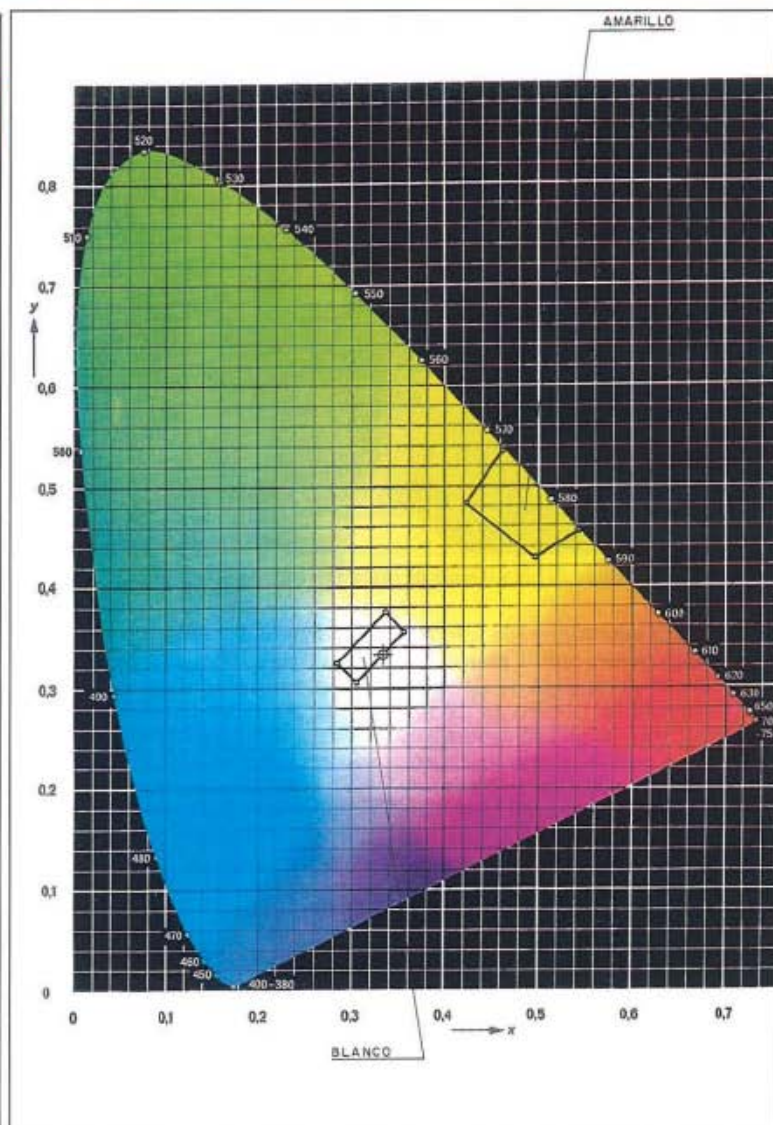


Figura 6. Espacios de color definidos para marcas viales blancas y amarillas.

geometría 45/0 y observador patrón de 2° . El valor inicial del factor de luminancia, β , de las marcas viales medido en los primeros 15 días a partir de su aplicación, debía ser superior a 0,50 para las marcas viales blancas y 0,40 para las amarillas. En cualquier momento durante la vida útil de las marcas viales, los valores mínimos exigidos fueron 0,30 para el color blanco y 0,20 para el amarillo.

Con respecto a las coordenadas cromáticas (x, y), éstas debían de estar en todo momento dentro de los polígonos B para las marcas viales blancas y A para las amari-

llas del diagrama cromático CIE - 1931 (figura 6).

Por último, la relación de contraste de las marcas viales con el pavimento, definido como el cociente entre el factor de luminancia, β , de la marca vial y el factor de luminancia, β , del pavimento, debía ser en todo momento superior a 2,5.

La resistencia al deslizamiento se determinó mediante el coeficiente de resistencia al deslizamiento medido con el péndulo del TRRL (figura 7). El aparato mide la pérdida de energía que experimenta un péndulo al rozar la zapa-



Figura 7. Medida del coeficiente de resistencia al deslizamiento de las marcas viales.

ta de goma estandarizada que lleva en su extremo, con la marca vial cubierta con una capa de agua, en una longitud de 124,5 a 127,0 milímetros. Una aguja indicadora que arrastra el péndulo marca en una escala graduada, la pérdida de energía experimentada por éste que, dividida por 100 y una vez realizada la corrección por temperatura, da el coeficiente de resistencia al deslizamiento a 20°C. El valor mínimo exigido durante la vida útil de la marca vial fue de 0,45, que coincide con el valor mínimo para que una superficie no sea potencialmente deslizante. El péndulo del TRRL es un aparato de medida completamente manual, lo que hace que su utilización sistemática sea muy laboriosa.

El grado de deterioro es el porcentaje del material aplicado en una marca vial que permanece, con independencia de las causas que han producido ese deterioro. Para su determinación se utilizaron unas plantillas con 33 celdillas, a través de las cuales se veía la marca vial situada debajo de las plantillas, del tipo de la que se muestra en la figura 8. Una vez elegido el punto donde se iba a determinar el grado de deterioro, se procedió a cumplimentar los datos correspondientes a los distintos epígrafes que figuran en la plantilla; ésta se colocaba encima de la marca vial y se hacía una fotografía. Una vez

revelada la película y transformada en diapositiva, con ayuda de un proyector un mínimo de tres personas procedía a valorar el porcentaje de la marca vial que permanecía, con el siguiente criterio:

- Celdillas que aparezcan con más del 90% del material: valor 3.
- Celdillas que aparezcan con un porcentaje de material comprendido entre el 60% y el 90%: valor 2.
- Celdillas que aparezcan con un porcentaje de material comprendido entre el 30% y el 60%: valor 1.
- Celdillas que aparezcan con

menos del 30% del material: valor 0.

Una vez efectuado el recuento, la suma total de las calificaciones dadas a cada una de las 33 celdillas, es el porcentaje de material que permanece. A lo largo de la vida útil de la marca vial, el grado de deterioro de la misma no debía ser inferior al 70%.

En la ejecución de este tipo de control, que podríamos llamar tradicional o **estático**, se reflejó una serie de datos, entre los que podríamos destacar: la clave de la obra, adjudicatario, aplicador de las marcas viales, tipo y marca de los materiales utilizados, maquinaria empleada, resultados obtenidos y, por último, un apartado con el resumen, conclusiones y recomendaciones correspondientes.

En algunas obras, a petición de la Dirección de las mismas, se ha efectuado más de una inspección, con objeto de determinar la evolución de las marcas viales con el transcurso del tiempo.

6. Conclusiones

Los resultados obtenidos en los controles en carretera de las marcas viales llevados a cabo durante el bienio 1992-93, permitieron extraer las siguientes conclusiones:

- a) Los rendimientos de aplicación de los materiales de señalización horizontal, obtenidos en los controles mediante placas metálicas, han dado unos resultados en



Figura 8. Plantillas para determinación del grado de deterioro de las marcas viales.

“**L**os rendimientos de aplicación de los materiales de señalización horizontal, obtenidos en los controles mediante placas metálicas, han dado unos resultados en que la casi totalidad cumplía los requerimientos mínimos exigidos.”

que la casi totalidad cumplía los requerimientos mínimos exigidos a las pinturas convencionales, materiales termoplásticos de aplicación en caliente y materiales plásticos de aplicación en frío.

b) Los ensayos de laboratorio efectuados a las muestras de materiales de señalización horizontal tomadas de las máquinas pintabandas, revelaron que no existían variaciones respecto de las muestras previamente ensayadas a nivel de laboratorio, habiéndose detectado, en algunos casos, una ligera dilución de las pinturas convencionales, que está contemplada en los Pliegos correspondientes para facilitar su aplicación.

c) Durante el bienio 1992-93



Figura 10. Aspecto de la señalización horizontal en forma de perfiles.

ha continuado el aumento de la utilización de materiales de larga duración, tales como termoplásticos de aplicación en caliente y plásticos de aplicación en frío de dos componentes. Asimismo, se han empezado a utilizar pinturas en emulsión acuosa, que se caracterizan por tener agua como disolvente, en vez de un producto orgánico, con lo que se disminuye la contaminación ambiental por vapores orgánicos en la atmósfera. Por último, hay que señalar el notable auge experimentado en la

aplicación de señalización horizontal en forma de perfiles o resaltos (figuras 9 a 11), mediante la cual se consigue visibilidad nocturna con el pavimento mojado y un característico sonido al rodar sobre ellas, logrando alertar al conductor de que está rebasando el límite de la calzada, ya que estos productos se aplican fundamentalmente en las marcas de borde.

d) Se han aplicado bastantes kilómetros de pintura negra en pavimentos de hormigón y, sobre ella, pintura blanca para lograr un mayor contraste entre la marca vial y el pavimento circundante (figura 12). Para que este sistema fuese eficaz, fue preciso aplicar la imprimación negra mate con una anchura doble, como mínimo, de la línea de marca vial blanca.

e) Se ha notado una notable mejora en la maquinaria utilizada, que ha tenido que ponerse a punto para la aplicación de nuevos materiales. Esta mejora fue acompañada de una mayor capacitación del personal utilizado, y de las medidas de protección para el mismo, así como para la circulación.

f) Los valores de visibilidad nocturna obtenidos en las marcas viales evaluadas a lo largo del bienio, en términos generales, se pueden considerar correctos, cumpliendo los mínimos exigidos en la normativa vigente.



Figura 9. Aplicación de señalización horizontal en forma de perfiles.



Figura 11. Autovía con señalización en forma de perfiles en las marcas de borde.

g) Los resultados obtenidos de visibilidad diurna han sido mucho más irregulares, con valores de factor de luminancia, β , y relación de contraste con el pavimento que, en algunas ocasiones, no alcanzan los mínimos exigidos. No obstante, hay que hacer dos consideraciones que afectan notablemente a este tipo de características:

- La suciedad existente en la calzada de una carretera se extiende, lógicamente, a las marcas viales situadas en ella con lo que, al realizar las medidas de factor de luminancia, β , los resultados obtenidos están afectados por dicha suciedad. Se han detectado incrementos notables de los valores de factor de luminancia, β , en marcas viales lavadas intensamente por la acción del agua de lluvia caída en días anteriores a la realización de las medidas.

- La tonalidad clara del pavimento sobre la que se encuentra aplicada la señalización horizontal afecta mucho a la relación de contraste. Dicha tonalidad puede ser de un pavimento bituminoso viejo o de un pavimento de hormigón, y la solución para mejorar dicha re-

lación de contraste es la indicada en el apartado d) del presente epígrafe.

i) Por último, hay que señalar el notable aumento de la concienciación de las direcciones de obra en el control de calidad de la señalización horizontal, reflejada en una demanda creciente de controles de laboratorio y a pie de obra de los materiales utilizados y de las marcas viales aplicadas. En esta concienciación ha influido el constante interés de la Dirección General de Carreteras del MOPTMA por el control de calidad, la elaboración de Pliegos y normalización, que ha llevado a España a ser uno de los países que hay que tener en cuenta, a nivel europeo, en el tema de la señalización horizontal.

7. Bibliografía

1. Blanco, M.; Castillo, F. y Cuevas, A.- "El control de calidad en la señalización horizontal de carreteras". Carreteras 66, 56-62 (1993).
2. UNE 135 200/I.- "Equipamiento para la señalización

vial. Señalización horizontal. Marcas viales. Características y métodos de ensayo. Parte 1. Requisitos esenciales".

3. WI 00226009 "Road marking materials. Performance requirements for road users and test methods. Horizontal road marking".
4. Castillo, F. y Blanco, M.- "Importancia de la medida del color en la seguridad vial". Ing. Civil 76, 99-110 (1990).
5. Blanco, M. y Nieto, R.- "Comportamiento de las bandas prefabricadas utilizadas en la señalización horizontal de carreteras de carácter permanente, sobre pavimentos de hormigón". Ing. Civil 83, 97-102 (1992).
6. Angel, M.C.; Blanco, M. y Prendes, N.- "Evaluación de microesferas de vidrio, por tratamiento digital de imágenes, para su utilización en pinturas de marcas viales". Ing. Civil 92, 7-14 (1993).
7. UNE 135 200/2.- "Equipamiento para la señalización vial. Señalización horizontal. Marcas viales. Parte 2. Mate-

riales. Precualificación e identificación".

8. **Blanco, M.; Cuevas, A. y Rodil, R.-** "Comportamiento de las marcas viales en ensayos acelerados en la pista de El Goloso (Madrid)". Ing. Civil 89, 87-92 (1993).
9. **Blanco, M.; Cuevas, A.; Nieto, R. y Castillo, F.-** "Comportamiento de distintos tipos de materiales en la señalización horizontal de carreteras sobre pavimentos rígidos". Ing. Civil 90, 59-69 (1993).
10. **UNE 135 200/3.** - "Equipamiento para la señalización vial. Señalización horizontal. Marcas viales. Características y métodos de ensayo. Parte 3. Cualificación".
11. **Castillo, F. y Blanco, M.-** "Normalización de materiales empleados en señalización vial". Rutas 36, 33-41 (1993).
12. **UNE 135 274.-** "Equipamiento para la señalización vial. Señalización horizontal. Marcas viales. Determinación de la dosificación". ■



Autovía con pavimento de hormigón señalizada con pintura blanca sobre imprimación negra.

Rafael Nieto Maside; Manuel Blanco Fernández, Jefe del Sector de Materiales; Angel Cuevas González, Jefe de la División de Materiales para Señalización; y Francisca Castillo Rubí, Jefe de la División de Materiales Orgánicos. Laboratorio Central de Estructuras y Materiales. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. (CEDEX).