

(EL APARTADO SIGUIENTE FIGURABA COMO ANEXO D DE LA NOTA TÉCNICA QUE SE ACOMPAÑABA CON LA NOTA DE SERVICIO DE LA SUBDIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS DEL MINISTERIO DE FOMENTO DE 30-6-98 SOBRE "PROYECTOS DE MARCAS VIALES A REDACTAR EN 1998 PARA EL BIENIO 98/99)

(NO COLOCAMOS TODA LA NOTA TÉCNICA ANTERIOR PORQUE EN SU MAYORÍA SE HA INCORPORADO, IMAGINAMOS QUE DEBIDAMENTE ACTUALIZADA, EN EL NUEVO ARTICULO 700 "MARCAS VIALES" DEL PG-3)

VISIBILIDAD DE LAS MARCAS VIALES EN SECO. METODO DE EVALUACION DINAMICO

PROLOGO

Uno de los problemas más importantes relacionados con el Control de Calidad de las obras de señalización horizontal es la evaluación "in situ" de los requisitos esenciales de visibilidad de las marcas viales, tanto durante su aplicación (garantía) como durante su vida útil (mantenimiento).

Los medios tradicionales de evaluación. basados en el empleo de equipos portátiles, son costosos, lentos y peligrosos para el operador a la vez que incapaces de proporcionar una conclusión global exacta del estado de las marcas viales en un tramo extenso.

El empleo de un equipo de medida móvil, ofrece la posibilidad de llevar a cabo una evaluación fiable, rápida y sin riesgo, de la visibilidad (diurna y nocturna) de las marcas viales, sobre grandes extensiones de carreteras, lo que supone un avance decisivo en el control de las garantías y en la gestión de conservación de las obras de señalización horizontal.

0. INTRODUCCIÓN

El presente anexo permite completar las especificaciones existentes en materia de control de calidad de las marcas viales con el fin de garantizar la posibilidad de llevar a cabo un control exhaustivo de las obras asegurándose. de ésta manera una homogeneidad en la calidad de la señalización horizontal al extenderse por un lado, la cantidad de controles ejecutados y por otro, el porcentaje de obra cubierto en cada control.

Por otra parte, la realización de este control durante el período de mantenimiento de las marcas viales permitirá mejorar considerablemente su gestión de conservación.

1. OBJETO

El presente anexo tiene por objeto definir las características específicas que debe reunir el equipo de evaluación, el método operativo y la expresión de los resultados.

En lo que a criterios de aceptación y rechazo de las marcas viales evaluadas se refiere, se aplicará lo especificado al respecto en el Pliego de Prescripciones Técnicas.

Por su parte, la evaluación de la visibilidad (nocturna y diurna) se llevará a cabo de día y en tiempo seco. Los resultados obtenidos representarán la calidad de visión que de las marcas viales obtendría un automovilista el cual en el caso particular de la visibilidad nocturna, utiliza luz de cruce procedente de un faro estándar.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

El presente anexo es aplicable a todas las marcas viales longitudinales (planas o con resaltes), existentes sobre la calzada, utilizando geometría 1,24°/2,29°.

3. DEFINICIONES

Coficiente de luminancia retrorreflejada o retrorreflexión de una marca vial

se define como:

$$R_L = L/E_L$$

donde

- L es la luminancia de una sección del campo sometida a una iluminación procedente de una fuente individual situada de tal forma que la luz que emite incide con un ángulo (medido con respecto a la superficie de la cual se va a determinar la luminancia) muy pequeño. Se expresa en $\text{mcd}\cdot\text{m}^{-2}$.
- E_L es la iluminancia creada por la fuente de luz (sobre la sección considerada) en un plano perpendicular a la dirección de iluminación. Se expresa en lux.
- R_L de esta manera, se expresará en $\text{mcd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{lux}^{-1}$.

Relación de contraste de noche (C_N),

se define como:

$$C_N = (R_{LM} - R_{LC}) / R_{LC}$$

donde:

- R_{LM} y R_{LC} Son respectivamente, el coeficiente de luminancia retrorreflejada de la marca vial y de la superficie del pavimento (calzada) adyacente.

Relación de contraste de día (C_D),

se define como:

$$C_D = (L_M - L_C) / L_C$$

donde:

L_M y L_C son respectivamente, la luminancia de la marca vial y de la superficie del pavimento (calzada) adyacente.

NOTA: las condiciones geométricas de medida son las mismas tanto para la determinación de la retrorreflexión como para la evaluación de las relaciones de contraste.

4.FUNDAMENTOS DEL MÉTODO DE MEDIDA

4.1. Principio

El método de medida consiste en simular la visión nocturna que de las marcas viales obtiene un automovilista cuyo vehículo circula con luz de cruce. las condiciones de iluminación son idénticas en lo que a visión diurna se refiere. Por su parte, la toma de datos (medidas) deberá realizarse exclusivamente de día.

La dificultad de una medición en continuo reside en el hecho de que resulta imposible eliminar la luz ambiente mediante el empleo de una cámara negra, tal y como ocurre en el caso de los equipos de medida portátiles. Así, en el caso de un equipo móvil, sobre la superficie auscultada, se superpondrán la luz procedente de la fuente de iluminación y la luz ambiente. Por lo tanto, el receptor (sensible a los flujos luminosos) deberá diferenciar dos tipos de información:

- la luz debida a las reflexiones ambientales (permite la evaluación de las luminancias L_M y L_C);
- la luz emitida por la fuente y correspondiente a la retroreflexión (permite la determinación de R_{LM} y R_{LC}).

Dicha diferenciación, deberá llevarse a cabo modulando la señal emitida:

- Sin luz adicional (luz ambiente. únicamente), el receptor emitirá una señal continua en el tiempo, o al menos poco fluctuante, durante su evolución.
- Una luz adicional (fuente modulada) añadirá a la primera señal otra, alternativa de amplitud proporcional a la cantidad de luz retroreflejada.

Mediante un filtrado, concentrado sobre la frecuencia de modulación, se eliminará la señal continua de manera que no quede más información que la referente a la retroreflexión. Por su parte, un filtrado a baja frecuencia servirá para restituir la señal debida a la luz

ambiente. El empleo de esta técnica, la cual es independiente de la longitud de onda de la luz (es posible una medición en luz blanca), hace posible la evaluación de la relación de contraste de las marcas viales durante el día.

4.2. Unidad de Medida

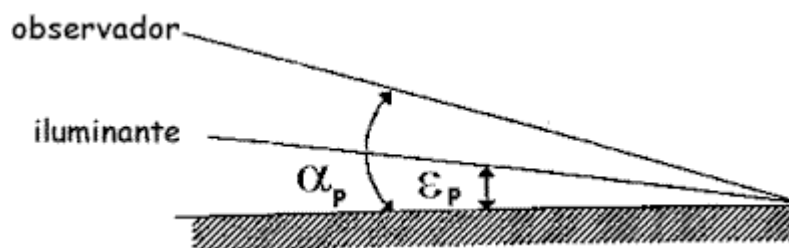
La unidad de medida, instalada sobre el vehículo portador, deberá necesariamente poseer:

- Una fuente (emisor) que proyectará sobre la calzada y la marca vial una luz bajo las condiciones geométricas especificadas en el apartado 4.3 del presente anexo.
- Un receptor, sensible al flujo luminoso, para la auscultación simultánea de la marca vial y de la calzada.
- Un receptor, sensible al flujo luminoso, para evaluar la iluminancia ambiental.
- Un sistema computerizado para la toma y tratamiento de datos. Dicho sistema deberá permitir la supresión instantánea -durante la evaluación- de las medidas que no hayan sido realizadas al 100% sobre la marca vial (vanos, etc.).
- Una referencia interna de calibrado que haya sido objeto de un procedimiento homologado de contraste.
- Una célula fotoeléctrica que permita llevar a cabo el control y la corrección de la retroreflexión en función del flujo luminoso.

4.3. Condiciones geométricas de medida

En la figura 1 se ha representado el convenio utilizado para la definición de la geometría de medida:

Fig. 1 - Condiciones geométricas de medida donde:



donde:

- e_p (ángulo de iluminación), definido como el ángulo entre el eje del haz emitido por la fuente y la superficie de la calzada, tendrá un valor de $1,24^\circ$;
- a_p (ángulo de observación), definido como el ángulo comprendido entre la dirección de observación y la superficie de la calzada, tendrá un valor de 2.29° .

Ya que la precisión de las medidas dependerá de la apertura angular de la fuente y del receptor (vistas desde el centro de la superficie iluminada) y de la apertura angular de la superficie iluminada (vista desde la fuente) y del receptor, dichas aperturas angulares deberán ser lo más pequeñas posible debiendo mencionarse su valor en las instrucciones del aparato.

4.4. Equipo de Evaluación

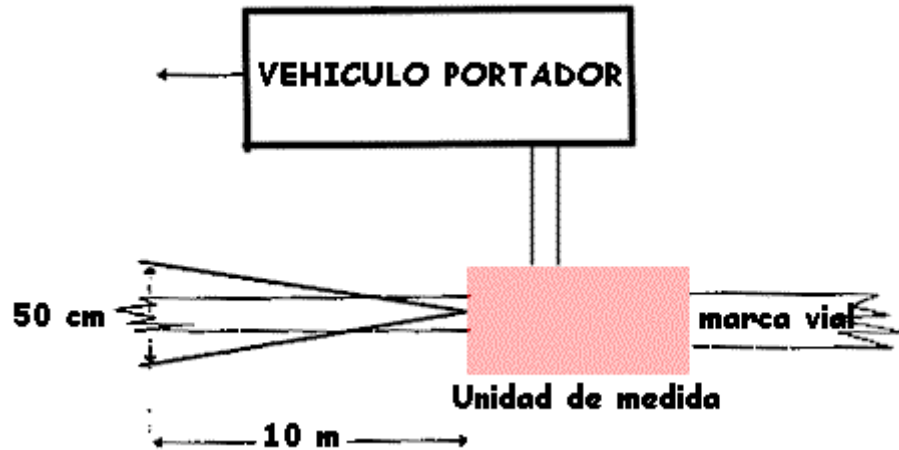
El equipo de evaluación constará de un vehículo portador, de la unidad de medida y de un sistema de fotometría.

La unidad de medida estará constituida por: un módulo, externo al vehículo, que comprenderá la fuente, los receptores y la parte analógica del tratamiento, y por una unidad de adquisición y de procesamiento de datos situada en el interior del vehículo. Además, deberá poseer una referencia interna de calibrado que haya sido objeto de un procedimiento homologado de contraste.

El primer módulo (externo al vehículo) podrá situarse, indistintamente, a los lados derecho e izquierdo de la parte trasera del

vehículo para poder proceder a la evaluación de las líneas de borde de calzada o de las de separación de carriles, respectivamente (figura 2).

Fig. 2.- Montaje del aparato de medida sobre el vehículo portador.



Por su parte, el vehículo portador deberá estar equipado con un sistema de confirmación del punto de medida (guía).

Por último, el sistema de fotometría constará de una célula, colocada sobre el techo del vehículo o sobre el módulo exterior, que deberá servir para llevar a cabo la evaluación de la iluminancia ambiente en el momento de efectuar la medición y de otra célula que permitirá controlar la emisión de la fuente y así poder efectuar automáticamente las correcciones necesarias en el cálculo del coeficiente de luminancia retrorreflejada (R_L).

4.5. Resultados

La toma de datos se efectuará de forma dinámica y en continuo, a intervalos fijos, no superiores a 50 cm con independencia de la distancia recorrida y de la velocidad de vehículo. Por su parte, la autonomía de la unidad de medida -supeditada a la capacidad del disco de almacenamiento de resultados- permitirá abarcar, como mínimo, 3.000 Km de marca vial.

4.6. Repetibilidad y reproducibilidad de los resultados

A efectos del presente anexo, se entiende por:

- Repetibilidad: la dispersión máxima aceptable para dos medidas efectuadas por un mismo operador, utilizando el mismo equipo, sobre la misma marca vial.
- Reproducibilidad: la dispersión máxima aceptable para dos medidas efectuadas por operadores distintos., utilizando equipos diferentes, sobre la misma marca vial.

Para la aceptación o rechazo de los equipos de medida a utilizar en la evaluación dinámica de la visibilidad de las marcas viales en seco, se emplearán los criterios siguientes:

- Para el calibrado:
 - Valores de REPETIBILIDAD en un entorno de +/- 6%.
- Para evaluaciones sobre carreteras con trazado de dificultad media:
 - Valores de REPETIBILIDAD en un entorno de +/- 6%.
 - Valores de REPRODUCIBILIDAD en un entorno de +/- 9%.
- Para evaluaciones sobre carreteras con trazado de dificultad elevada:
 - Valores de REPRODUCIBILIDAD en un entorno de +/- 13%.

5. PROCEDIMIENTO OPERATIVO

5.1. Calibrado de la unidad de medida

El calibrado, que se llevará a cabo de acuerdo con las recomendaciones a tal efecto especificadas en las instrucciones del aparato, habrá de verificarse de forma obligatoria en cada puesta en servicio.

El contraste de la referencia de calibrado, que deberá realizarse para cada emparejamiento: unidad de medida/referencia de calibrado, se llevará a cabo de acuerdo con las recomendaciones que se citan en la publicación CIE nº73, capítulo 5, utilizando como patrones de medida aquellos que se correspondan con la normativa actual vigente.

La periodicidad de dicho contraste (que se precisará siempre en las instrucciones del aparato) será, al menos, anual para la unidad de medida y obligatorio siempre que se lleve a cabo cualquier intervención (sustitución, reparación) en su parte óptica. Además, cada dos años, dicho calibrado habrá de efectuarse junto con el correspondiente al del vehículo portador.

5.2. Toma de datos

La evaluación de la visibilidad (nocturna y diurna) de las marcas viales se efectuará siempre de día, en el sentido de circulación, a una velocidad semejante a la del tráfico existente, y sobre superficie (calzada y marca vial) seca, a una temperatura ambiente compatible con las prescripciones técnicas de la unidad de medida. Las marcas viales que separan dos sentidos de circulación opuestos podrán evaluarse en ambos sentidos de marcha.

Con el fin de proceder correctamente a la toma de datos, se deberá:

- comprobar que la anchura de la marca vial es compatible con el valor mínimo especificado por el aparato de medida;

- cumplir exactamente las instrucciones de uso, en lo que a la lectura de los resultados se refiere, procurando especialmente que:
 - la óptica se encuentre limpia, para lo cual, siempre que se ponga en servicio la unidad de medida, habrá que proceder a una verificación del coeficiente de calibrado mediante el empleo del patrón de referencia;
 - se respete la velocidad límite de utilización del equipo (entre 40 y 110 Km/h);
 - se cumplan las condiciones geométricas de medida (ángulos).

5.3. Selección de los puntos de medida

Todas las marcas viales longitudinales de la zona sujeta a estudio deberán controlarse sin interrupción.

Las flechas, símbolos, leyendas y pasos de peatones deberán ser comprobados, en su caso, mediante equipos portátiles. de acuerdo con lo especificado en la Norma UNE 1436.

6. EXPRESIÓN DE RESULTADOS

Se tomará como valor representativo del estado de cada uno de los parámetros definidos en el apartado 3 de las marcas viales longitudinales evaluadas (retroreflexión, relación de contraste de día y relación de contraste de noche), el valor medio de todos los resultados obtenidos (por cada característica) por cada kilómetro.

Cuando la longitud de carretera a evaluar sea inferior a 25 Km, estos resultados deberán presentarse cada 100 m.

El informe del ensayo, para cada zona de medida evaluada, deberá contener, al menos, la siguiente información:

- Número de fichero y referencia del estudio.

- Nombre del solicitante.
- Fecha del ensayo.
- Aparato empleado.
- Tipo de marca sobre la que se ha realizado (banda lateral, eje, etc).
- Ubicación exacta de la zona de medida (carretera, Pk inicial y final).
- Longitud de la zona de medida.
- Sentido en el que se ha realizado la medida.
- Listado de los resultados obtenidos para cada uno de los parámetros evaluados, con los valores medios de cada una de las características (R_L , C_N y C_D) en intervalos de 1000 m o de 100 m, según la longitud del tramo de carretera evaluado.

Esta información deberá completarse, posteriormente, con los siguientes datos:

- Clave de la obra.
- Identificación del ejecutor de las marcas viales evaluadas.
- Naturaleza del material empleado.
- Tipo de marca vial (Convencional o con resaltes).
- Identificación del fabricante de los materiales empleados.

- Cuantos datos pudieran ser de interés sobre el desarrollo de la aplicación (climatología, dosificación, tipo de maquinaria, sustrato anterior, etc), para la mejor interpretación de los resultados.

www.transfer.es