

Exigencias en la señalización vertical

Traffic signing requirements

FRANCISCA CASTILLO (*)
MANUEL BLANCO (**)

RESUMEN. La señalización es un elemento básico, dentro del equipamiento de las carreteras, destinada a aumentar la seguridad, eficacia y comodidad de la circulación (reduciendo tanto el riesgo de los accidentes, como la gravedad de los mismos). En este sentido la señalización vertical ha de desempeñar un importante papel, y, por ello, las señales verticales han de ser visibles, legibles y comprensibles.

Para conseguir estos objetivos, es necesario que los materiales empleados en la fabricación de las señales verticales cumplan una serie de características físicas, químicas y mecánicas.

En este trabajo se presenta una recopilación de las características y propiedades que se le han de exigir a los materiales empleados en la señalización vertical en base a la necesidad del MOPT y a la normativa existente.

ABSTRACT. Traffic signing is a basic feature of road design, aimed at increasing the safety, efficiency and convenience of traffic circulation (and thus reducing the risk of accidents as well as their seriousness). In this respect, traffic signing plays an important role and should therefore be clearly visible, legible and comprehensible.

To achieve these objectives, the materials used in traffic signs must comply with a series of physical, chemical and mechanical characteristics.

This paper explains the requirements of the Ministry of Public Works and Transport (MOPT) and current standards with respect to the materials used in traffic signing and their specifications and properties.

1. NORMALIZACION EN LA SEÑALIZACION DE CARRETERAS

La necesidad de normalización, tanto nacional como europea, se hace extensible a todos aquellos productos relacionados con la seguridad vial, regulación de tráfico y otros equipos de carreteras.

Esta inquietud de normalización de los productos empleados en el equipamiento de las carreteras la ha tenido desde hace tiempo el Ministerio de Obras Públicas y Transportes, que ha venido desarrollando sus propias normas a través de sus áreas, y, con la ayuda y colaboración, en muchas ocasiones, de sus or-

ganismos autónomos. Entre los que cabe mencionar el Centro de Estudios de Experimentación de Obras Públicas (CEDEX).

Hasta hace poco tiempo la normalización del Ministerio de Obras Públicas y Transportes se ha basado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes, PG3/75, e incluso en órdenes circulares, documentos, publicaciones, instrucciones, etc., en ausencia de normativa UNE y para subsanar algunas de las lagunas encontradas en el PG3.

El Ministerio de Obras Públicas y Transportes, para llevar a cabo la elaboración de esta normalización de régi-

1. THE STANDARDIZATION OF ROAD TRAFFIC SIGNS

The need for standardization, both at a national and European level, extends to all products concerned with road safety, traffic regulation and other road equipment.

The Spanish Ministry of Public Works and Transport has been concerned for some time with standardizing road equipment and has been developing its own standards through its various departments, often with the help and collaboration of the various organizations which are associated with it. These include CEDEX, the Public Works Research and Experimentation Centre.

Until very recently, the standards of the Ministry of Public Works and Transport were based on the General Specifications for Roads and Bridges (Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes PG3/75) and on ministerial circulars, documents, publications and instructions, etc., in the absence of UNE codes, to fill in some of the gaps in PG3.

The Ministry of Public Works and Transport has sought the assistance and technical advice of CEDEX in the preparation of these internal codes on many occasions, through its Technology and Conservation Department.

To this end, the Directorate

(*) Dr. en Ciencias Químicas. Laboratorio Central de Estructuras y Materiales del CEDEX (MOPT).

(**) Dr. en Ciencias Químicas. Laboratorio Central de Estructuras y Materiales del CEDEX (MOPT).

men interno, en muchas ocasiones a través de sus Áreas de Tecnología y de Conservación, ha solicitado al CEDEX apoyo y asesoramiento técnico.

En este sentido, la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, a través del Laboratorio Central de Estructuras y Materiales del CEDEX, ha venido solicitando la elaboración de diversos «Pliegos de Condiciones» que contemplan el estudio de las características que han de cumplir los materiales empleados en la señalización de las carreteras, tanto vertical como horizontal.

En este trabajo solamente vamos a mencionar los Pliegos de señalización vertical:

- «Revisión del actual Pliego de Condiciones para la señalización vertical reflexiva», entregado a la DGC en octubre de 1988.
- «Pliego de Condiciones para chapa galvanizada en continuo empleada en la señalización vertical», entregado a la DGC en diciembre de 1988.
- «Pliego de Condiciones para la señalización vertical no reflexiva», presentado en cuatro informes y entregado el último a la DGC en enero de 1991.
- «Pliego de Condiciones para los hitos de arista a base de materiales poliméricos utilizados en la señalización vertical de carreteras», entregado a la DGC en junio de 1990.

Dentro del Laboratorio Central de Estructuras y Materiales el Sector encargado de la redacción de los Pliegos de Condiciones relacionados con los temas de señalización ha sido el Sector de Materiales.

Asimismo, los técnicos de este Sector han sido los responsables de realizar un amplio control de calidad a pie de

obra, en materia de señalización desde 1987, en la Red de Carreteras del Estado (RCE). Por este motivo, el Laboratorio Central de Estructuras y Materiales dispone de un laboratorio móvil para llevar a cabo esta inspección a pie de obra.

Por otro lado, el Sector de Materiales del Laboratorio Central de Estructuras y Materiales realiza, de forma continua, el control en el laboratorio de los materiales empleados en señalización vertical. En estos controles se hace un estudio de las características que han de cumplir los materiales empleados. Esto da lugar a un informe en donde se redactan los métodos de ensayo así como los resultados obtenidos.

Los peticionarios de estos informes o expedientes normalmente son los propios fabricantes y, en un porcentaje muy elevado, las demarcaciones del Estado. Esto da una idea del interés por el control de calidad, tanto por parte de los fabricantes como por los directores de obras de las demarcaciones.

Para realizar el estudio de todos los requisitos que han de cumplir los materiales empleados en señalización, ha sido necesario redactar métodos de ensayo, ante la ausencia de otro tipo de normativa, y que han sido presentados como normas MELC (Método de Ensayo del Laboratorio Central).

2. CREACIONES DE LOS COMITES NACIONAL Y EUROPEO EN MATERIA DE SEÑALIZACION

Dado el interés por el control y normalización de los materiales empleados en la señalización de carreteras durante el año 1992 se crearon los Co-

General for Roads (DGC - Dirección General de Carreteras) of the Ministry of Public Works and Transport, through the CEDEX Central Structures and Materials Laboratory, has commissioned the preparation of several «General Regulations» which embrace a study of the characteristics to be complied with in respect of materials used in road traffic signing and road markings.

This paper is only concerned with the features affecting road traffic signing:

- Revision of the current General Specifications for reflective road signing, submitted to the DGC in October 1988.
- «General Specifications for continuous galvanized plate used in traffic signing», submitted to the DGC in December 1988.
- «General Specifications for non-reflective signing», submitted in four reports to the DGC, the final one in January 1991.
- «General Specifications affecting polymer-based signposts used in road traffic signing», submitted to the DGC in June 1990.

Within the Central Structures and Materials Laboratory, the Materials Section has been the department responsible for preparing the General Specifications relating to traffic signing.

Furthermore, technicians from this section have been responsible for carrying out on the spot quality control functions with respect to road signing since 1987, throughout the National Road Network. For this reason, the Central Structures and Materials Laboratory has a mobile laboratory unit for the purpose of the on the spot inspections.

The Materials Sections at the Central Structures and Materials Laboratory also carries out a continuous laboratory control of materials used in traffic signing. The controls include studying the characteristics which have

to be complied with in the materials used. Reports are produced with details of the testing techniques applied and the results obtained.

These reports are normally prepared at the request of the manufacturers themselves and, to a large extent, Government bodies. This gives an idea of the concern that exists for quality control, both by manufacturers and those responsible for civil works within the Government.

In order to study the range of requirements to be complied with in respect of materials used in traffic signing, testing techniques have had to be prepared in the absence of other codes and these have come to be known as the MELC codes (Método de Ensayo del Laboratorio Central - Central Laboratory Testing Techniques).

2. WORK CARRIED OUT BY NATIONAL AND EUROPEAN COMMITTEES ON SIGNING

As a result of concern over the control and standardization of materials used in road traffic signing during 1992, National and European Technical Standardization Committees were set up.

2.1. THE FORMATION AND STRUCTURE OF THE CTN 135 TECHNICAL COMMITTEE «Road Traffic Signing Equipment»

Technical Standardization Committee 135 (AEN/CTN 135) was formed on 26 March, 1990, in Madrid at the premises of AENOR, at a ceremony to which manufacturers, road users, Government representatives and the Testing Laboratories of the Association of Metal Sign Manufacturers (AFASEMETRA) were invited. This latter association has acted as the Secretary of CTN 135 since its formation and to which

mités Técnicos de Normalización nacional y europeo.

2.1. CREACION Y ESTRUCTURA DEL COMITE TECNICO CTN 135 «Equipamientos para la Señalización Vial»

El 26 de marzo de 1990 tuvo lugar en Madrid, en los locales de AENOR la Constitución del Comité Técnico de Normalización 135 (AEN/CTN 135), acto al que fueron invitados los fabricantes, los usuarios, la Administración, los Laboratorios de Ensayos y la Asociación de Fabricantes de Señales Metálicas (AFASEMETRA). Esta asociación es la que ostenta la Secretaría del CTN 135 desde su constitución, al que se le dio el nombre de «Equipamientos para Señalización Vial». Los diferentes subcomités del CTN 135, así como los nombres de los mismos, se presentan en la Tabla 1.

2.2. CREACION Y ESTRUCTURA DEL COMITE EUROPEO CEN/TC 226 «Road Equipment»

La primera reunión europea fue celebrada en París durante los días 3 y 4 de abril de 1990, a petición de los organismos de normalización AFNOR, BSI y DIN. Dicha reunión fue dirigida por la delegación francesa y por el equipo AFNOR, y durante la misma tuvo lugar la creación del comité internacional del CEN número 226 (CEN/TC 226) bajo el título general de «Road equipment», con el objetivo de que cubriera todos los aspectos relacionados con la seguridad vial.

Durante la primera reunión europea se crearon ocho grupos de trabajo (WG) y se eligieron a los países responsables de cada uno de ellos, tal y como puede verse en la Tabla 2.

3. CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES EMPLEADOS EN LA SEÑALIZACIÓN VERTICAL

En este apartado se van a exponer las características exigidas a los materiales empleados en la señalización vertical, las cuales se encuentran recogidas en los proyectos de normas UNE PNE 135.330, UNE 135.350 y PNE 135.331 (ver bibliografía). Estas normas han sido elaboradas por el subcomité 3 (SC3) «Señalización Vertical» del CTN 135.

Con objeto de facilitar la evaluación de las características exigidas en la señalización vertical se ha hecho la siguiente clasificación:

- Características generales:

- Aspecto del anverso y del reverso.
- Espesor.
- Relieve.

- Características físicas-ópticas:

- Brillo.
- Color (coordenadas cromáticas).
- Factor de luminancia.
- Coeficiente de retrorreflexión.

- Características físicas-mecánicas:

- Adherencia.
- Resistencia al calor.
- Resistencia al frío.
- Resistencia a la humedad.
- Resistencia al impacto.
- Resistencia a la niebla salina.
- Resistencia al envejecimiento artificial acelerado.

- Características químicas:

- Resistencia a los detergentes.
- Resistencia a la inmersión en agua.

SUBCOMITE SUBCOMMITTEE	NOMBRE NAME
SC1	BARRERAS DE SEGURIDAD SAFETY FENCING
SC2	SEÑALIZACION HORIZONTAL ROAD MARKINGS
SC3	SEÑALIZACION VERTICAL TRAFFIC SIGNING
SC4	REGULACION DE TRAFICO TRAFFIC REGULATION
SC5	ALUMBRADO PUBLICO STREET LIGHTING
SC6	BARRERAS ANTI-RUIDO NOISE BARRIERS
SC7	PANTALLAS ANTIDESLUMBRANTES ANTI-GLARE SCREENS
SC8	COORDINACION COORDINATION

TABLA 1. CTN 135: «Equipamientos para la señalización vial» (1990).
TABLE 1. CTN 135: «Road traffic signing Equipment» (1990).

the name of «Road Traffic Signing Equipment» has been given. The names of the different subcommittees of CTN 135 are set out below in Table 1.

2.2. THE CREATION AND STRUCTURE OF THE EUROPEAN COMMITTEE CEN/TC 226 «Road Equipment»

The European Committee's first meeting was held in Paris on 3

and 4 April, 1990, at the request of the standardization authorities AFNOR, BSI and DIN. The meeting was chaired by the French delegation and by the AFNOR team and the international committee CEN 226 (CEN/TC 226) was formally created with the general title of «Road Equipment» with the aim of covering all aspects related to road safety.

During the first European

GRUPO GROUP	NOMBRE NAME	PRESIDENCIA CHAIR
WG1	BARRERAS DE SEGURIDAD SAFETY FENCING	FRANCIA
WG2	SEÑALIZACION HORIZONTAL ROAD MARKINGS	ESPAÑA
WG3	SEÑALIZACION VERTICAL TRAFFIC SIGNING	GRAN BRETAÑA
WG4	REGULACION DE TRAFICO TRAFFIC REGULATION	ALEMANIA
WG5	ALUMBRADO PUBLICO STREET LIGHTING	DINAMARCA
WG6	DISPOSITIVOS REDUCTORES DE RUIDO NOISE BARRIERS	BELGICA
WG7	PANTALLAS ANTIDESLUMBRANTES ANTI-GLARE SCREENS	FRANCIA
WG8	DOTACIONES PROVISIONALES COORDINATION	SUIZA

TABLA 2. CEN TC 226: «Equipamientos para la señalización vial» (1990).

TABLE 2. CEN TC 226: «Road traffic signing Equipment» (1990).

Después del envejecimiento artificial acelerado y de la niebla salina se estudian algunas de las características generales, algunas físicas-mecánicas y las características físico-ópticas.

El estudio de todas las características mencionadas anteriormente se realiza teniendo en cuenta los elementos que componen a una señal vertical: sustrato, zona retroreflectante y zona no retroreflectante.

3.1. METODOLOGÍA

Para abordar la evaluación de las características anteriores es necesario emplear diferentes métodos de ensayo y técnicas que se exponen a continuación.

3.1.1. Preparación de las probetas. Para la realización de los ensayos se cortan probetas rectangulares de aproximadamente 70 x 150 mm de lados, de las señales a evaluar.

En aquellos ensayos que lo requieran (inmersión en agua, resistencia al calor, al frío, a la niebla salina y envejecimiento artificial acelerado) se protegerán adecuadamente los bordes de las probetas, manteniéndolas durante 24 horas en condiciones normalizadas de humedad y temperatura.

3.1.2. Adherencia. Antes de realizar el ensayo de adherencia las probetas se mantienen durante 48 horas en condiciones normalizadas de humedad y temperatura.

En la zona retroreflectante (UNE 135.330); El ensayo se realiza despegando del sustrato, mediante una cuchilla, un trozo inicial de lámina de unos 20 x 20 mm, dejando el resto unido al sustrato. Tomando el trozo despegado con la mano se intentará despegar el resto de la lámina tirando de ella perpendicularmente al sustrato. Si esto no es posible sin deteriorar la lámina, la

adherencia se considera correcta. Igualmente, se considera también correcta la adherencia si no se pudiese despegar con la cuchilla el trozo inicial.

En la zona no retroreflectante (PNE 135.331); Realizado este ensayo sobre la zona no retroreflectante según norma UNE 48.032, los bordes de las incisiones quedarán bien definidos, no formándose «dientes de sierra». El resultado deberá tener una clasificación igual o inferior a 1 y no aparecerán «dientes de sierra».

3.1.3. Resistencia al calor. Las probetas se mantienen en una estufa a la temperatura de $71 \pm 2^\circ\text{C}$ durante 24 horas. A continuación se dejan a temperatura ambiente durante dos horas antes de proceder a su análisis.

En el caso de las zonas retroreflectantes (láminas retroreflectantes), después de realizado este ensayo la lámina no debe presentar signos de fisuración, desconchado, exfoliación, pérdida de adherencia o cualquier otro defecto apreciable (UNE 135.330).

En el caso de las zonas no retroreflectantes, después de realizado este ensayo las probetas no presentarán ampollas, pérdida de adherencia o cualquier otro defecto superficial (PNE 135.331).

3.1.4. Resistencia al frío. Las probetas se mantienen en un criostato a la temperatura de $-35 \pm 3^\circ\text{C}$ durante 72 horas. A continuación se dejan a temperatura ambiente durante 2 horas antes de proceder a su análisis.

En la zona retroreflectante (UNE 135.330); El análisis realizado después del ensayo del frío ha de cumplir los mismos resultados que los indicados en la resistencia al calor.

En la zona no retroreflectante (PNE 135.331); Después de realizar este ensayo se han de cumplir los mismos

resultados, eight working groups were formed and countries were chosen with responsibility for each of them as set out in Table 2.

3. CHARACTERISTICS OF MATERIALS USED IN TRAFFIC SIGNING

The characteristics required of materials used in traffic signing are dealt with in this section and can be found set out in draft standards UNE PNE 135.330, PNE 135.350 and PNE 135.331 (see bibliography). These standards have been prepared by Subcommittee 3 of CTN 135 - «Traffic Signing».

In order to facilitate an evaluation of the characteristics provided for in traffic signing, the following classification has been adopted:

- General characteristics:
 - Front and rear appearance.
 - Thickness.
 - Relief.
- Optical properties:
 - Brightness.
 - Colour (chromatic coordinates).
 - Coefficient of retroreflection.
- Mechanical characteristics:
 - Adhesion.
 - Resistance to heat.
 - Resistance to cold.
 - Resistance to humidity.
 - Resistance to impact.
 - Resistance to saline mist.
 - Resistance to artificially accelerated aging.
- Chemical characteristics:
 - Resistance to detergents.
 - Resistance to immersion in water.

After accelerated artificial aging and the application of saline mist, several general mechanical and optical properties are examined.

The study of all the above mentioned characteristics is carried out in relation to all the elements comprising a traffic sign

the base, the retroreflecting area and the non-retroreflecting area.

3.1. METHODOLOGY

In order to evaluate the above characteristics, different testing methods and techniques are required as set out below.

3.1.1. Preparation of samples. In preparation for tests, rectangular samples are cut out, approximately 70 x 150 mm, from the signs to be tested.

Where required in the tests (immersion in water, resistance to heat, cold and saline mist and accelerated artificial aging), the edges of the samples are properly sealed and kept for twenty four hours under normal conditions of temperature and humidity.

3.1.2. Adhesion. Before testing for adhesion, the samples are kept for 48 hours in normal conditions of humidity and temperature.

In the retroreflecting area (UNE 135.330). The test is carried out by prising away an initial portion of the lamina measuring some 20 x 20 mm from the base with a knife, leaving the remainder attached. The section prised away is grasped by hand and an attempt is made to pull away the remainder of the lamina in a direction perpendicular to the base. If this is not possible without damaging the lamina, adhesion is considered to be satisfactory. Similarly, adhesion is also considered to be satisfactory if the initial section cannot be prised away with the knife.

In the non-retroreflecting area (PNE 135.331). After this test is carried out on the non-retroreflecting area in accordance with standard UNE 48.032, the edges of the cuts will be clearly defined with no saw teeth formed. The result should lead to a classification equal or less than 1 and saw teeth should not appear.

3.1.3. Resistance to heat. The samples are kept in an

requisitos descritos en la resistencia al calor.

3.1.5. Resistencia a la humedad (UNE 135.330). Las probetas se mantienen en una cámara ambiental a $35 \pm 2^\circ\text{C}$ de humedad y una humedad relativa del 100 % durante 24 horas antes de realizar su análisis. Este ensayo solamente se exige en las láminas retrorreflectantes según UNE 135.330, y se han de cumplir los mismos resultados que los indicados en la resistencia al calor.

3.1.6. Resistencia al impacto. El ensayo se realiza según la norma UNE 48.184, empleando diferentes condiciones para las zonas retrorreflectantes y para las zonas no retrorreflectantes.

En las zonas retrorreflectantes (UNE 135.330):

- Masa de impacto: 500 g.
- Diámetro de la semiesfera del percutor: 50 mm.
- Altura de caída: 200 mm.

En las zonas no retrorreflectantes (PNE 135.331):

- Masa de impacto: 1.000 g.
- Diámetro de la semiesfera del percutor: 20 mm.
- Altura de caída: 500 mm.

Después de realizar este ensayo, las zonas retrorreflectantes no deben presentar separación alguna del sustrato, y las zonas no retrorreflectantes no presentarán rotura, observada visualmente, en la cara impactada.

3.1.7. Resistencia a los detergentes (UNE 135.330). Las probetas se colocan en un baño termostático a $40 \pm 5^\circ\text{C}$ que contiene una solución de detergente alcalino al 1 % en agua, durante 10 minutos. A continuación se saca del baño y se deja a temperatura ambiente durante 2 horas antes de proceder a su análisis. Al igual que en el caso anterior, este ensayo es requerido solamente para las zonas retrorreflectantes y

después de realizarlo se exigen los mismos requisitos que los indicados en la resistencia al calor.

3.1.8. Resistencia a la inmersión en agua (PNE 135.331). El ensayo, exigido solamente en las zonas no retrorreflectantes, se realiza según UNE 48.144 siguiendo el procedimiento A del método 1 especificado en dicha norma, empleándose las siguientes condiciones:

- Líquido de inmersión: agua destilada.
- Temperatura de inmersión: $23 \pm 2^\circ\text{C}$.
- Tiempo de inmersión: siete días.

Después de realizado este ensayo se observará:

- Inmediatamente después del ensayo: ausencia de ampollas, arrugas y reblandecimientos.
- A las 24 horas: el brillo espectacular medido a 60°C será, como mínimo, el 90 % del valor obtenido antes del ensayo.

3.1.9. Determinación de las coordenadas cromáticas y del factor de luminancia. La determinación de las coordenadas cromáticas y del factor de luminancia se realiza según UNE 48.073 y se llevará a cabo con un espectrocolorímetro, empleando geometría 45/0, iluminante patrón CIE D65 y observador patrón 2°.

Los valores de las coordenadas cromáticas (x, y) de los colores empleados en las zonas retrorreflectantes y no retrorreflectantes se han de encontrar dentro de las áreas delimitadas por los cuatro vértices definidos para cada color por la CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) y recogidos en los UNE 135.330 y PNE 135.331, respectivamente.

En cuanto al factor de luminancia, β , expresado en tanto por uno, presenta un va-

lour de $71 \pm 2^\circ\text{C}$ for 24 hours. They are then left at room temperature for two hours before being examined.

In the case of the retroreflecting areas (retroreflecting laminas), after this test is carried out the lamina should not show signs of cracking, flaking, peeling, loss of adhesion or any other noticeable defect (UNE 135.330).

In the case of the non-retroreflecting areas, after this test is carried out, the samples should not reveal blistering, loss of adhesion or any other surface defects (PNE 135.331).

3.1.4. Resistance to cold. The samples are kept in a cryostat at a temperature of $-35 \pm 3^\circ\text{C}$ for 72 hours. They are then left at room temperature for two hours before being examined.

In the retroreflecting area (UNE 135.330): The examination carried out after the specimen has been subjected to cold should meet the same requirements as those specified for resistance to heat.

In the non-retroreflecting area (PNE 135.331): The examination carried out after the specimen has been subjected to cold should meet the same requirements as those specified for resistance to heat.

3.1.5. Resistance to humidity (UNE 135.330). The samples are kept in chamber under controlled conditions at $35 \pm 2^\circ\text{C}$ and a relative humidity of 100 % for 24 hours before being examined. This test is only required in the case of retroreflecting laminas under UNE 135.330, and should meet the same requirements as those specified for resistance to heat.

3.1.6. Resistance to impact. This test is carried out in accordance with the UNE 48.184 standards, under different conditions in the case of the retroreflecting and non-retroreflecting areas respectively.

In the retroreflecting areas (UNE 135.330):

- Mass of impacting object: 500 g.
- Diameter of the jar hemisphere: 50 mm.
- Distance of fall: 200 mm.

In the non-retroreflecting areas (PNE 135.331):

- Mass of impacting object: 1.000 g.
- Diameter of the jar hemisphere: 20 mm.
- Distance of fall: 500 mm.

After carrying out this test, the retroreflecting areas should not show any separation from the base and the non-retroreflecting areas should not show visible signs of rupture on the face receiving the impact.

3.1.7. Resistance to detergents (UNE 135.330). The samples are placed for ten minutes in a thermostatically controlled bath at $40 \pm 5^\circ\text{C}$ which contains a 1 % solution of alkaline detergent in water. They are then taken from the bath and left at room temperature for two hours before being examined. As in the previous case, the test is only required in respect of the retroreflecting areas and, after being carried out, must meet the same requirements as those specified for resistance to heat.

3.1.8. Resistance to immersion in water (PNE 135.331). The test, which is only required in respect of the non-retroreflecting areas, is carried out in accordance with UNE 48.144 following procedure A of Method 1 specified in the said standards, under the following conditions:

- Immersion liquid: distilled water.
- Temperature of bath: $23 \pm 2^\circ\text{C}$.
- Immersion time: seven days.

Once this test has been carried out, the sample is examined:

- Immediately after the test for

lor definido para cada color y para las zonas retrorreflektantes y no retrorreflektantes según UNE 135.330 y PNE 135.331.

3.1.10. Determinación del brillo. El brillo se mide según la Norma UNE 48.026, y en el caso de las zonas no retrorreflektantes se emplea como ángulo de medida 60° y el valor obtenido ha de ser superior a 60 % (PNE 135.331).

En las zonas retrorreflektantes se ha de medir el brillo con un ángulo de 85° , al bien en la elaboración del UNE 135.330 no se considera ya que son más importantes otras características físicas-ópticas.

3.1.11. Determinación del coeficiente de retrorreflexión (UNE 135.350). La determinación del coeficiente de retrorreflexión, expresado en $\text{cd}/(\text{lx}\cdot\text{m}^2)$, se realiza según se indica en el UNE 135.350, empleando el iluminante A de la CIE (temperatura de color de 2.856 K). La luz reflejada por la superficie del material retrorreflektante (zona retrorreflektante) se mide con un receptor fotoeléctrico.

Lógicamente el coeficiente de retrorreflexión se exige solamente en las zonas retrorreflektantes, y los mínimos exigidos en cada uno de los colores utilizados y para cada una de las parejas de ángulo de divergencia/ángulo de incidencia se indican en el UNE 135.330.

3.1.12. Resistencia a la niebla salina. En las zonas retrorreflektantes (UNE 135.330): Este ensayo se realiza según UNE 48.267 y después de transcurridos dos ciclos de permanencia en la cámara salina (de 22 horas cada uno, separados por un intervalo de 2 horas, donde las probetas permanecerán a temperatura ambiente, y, en el transcurso del cual las probetas se secarán) no se observará la existencia de ampo-

llas, fisuraciones, desconchados, exfoliaciones, pérdida de adherencia o cualquier otro defecto apreciable. Asimismo, las coordenadas cromáticas deben seguir estando en el interior del área correspondiente a cada color. El valor del coeficiente de retrorreflexión medido con un ángulo de divergencia de $0,33^\circ$ y un ángulo de incidencia de 5° no debe ser inferior a los valores exigidos en el UNE 135.330.

En las zonas no retrorreflektantes (PNE 135.331): Este ensayo se realiza según UNE 48.267, practicando previamente en la superficie de la probeta una incisión en forma de aspa. Después de 500 horas no se observará ampollas ni cualquier otro defecto superficial. El avance de la corrosión, medido perpendicularmente a los bordes de la incisión, no será superior a 3 mm (por cada lado de la incisión).

3.1.13. Resistencia al envejecimiento artificial acelerado. Este ensayo se realiza según la Norma UNE 48.251, utilizando una lámpara del tipo B y un ciclo de 4 horas con radiación ultravioleta, con una temperatura de panel negro de 60°C y 4 horas de oscuridad durante las cuales tendrán lugar condensaciones y una temperatura de panel negro de 50°C .

En las zonas retrorreflektantes (UNE 135.330): La duración del envejecimiento es de 1.000 horas para las láminas de nivel 1 y de 2.000 horas para las de nivel 2. Una vez realizado el envejecimiento se ha de cumplir:

a) La retrorreflexión, medida según los ángulos de incidencia de 5° y de divergencia de $0,33^\circ$, será superior al 50 % de su valor inicial si corresponde al nivel 1, y al 80 % de su valor inicial si corresponde al nivel 2.

b) Las coordenadas cromáticas,

the absence of blistering, wrinkling or softening.

- 24 hours later: the mirror shine measured at 60° should be at least 90 % of its value prior to the test.

3.1.9. Determination of the chromatic coordinates and the luminance factor. Determination of the chromatic coordinates and the luminance factor is carried out in accordance with UNE 48.073 by a spectrophotometer, using 4.5/0 geometry, standard CIE D65 illumination and a standard number 2 observing pattern.

Values for the chromatic coordinates (x, y) of the colours used in the retrorreflecting and non-retrorreflecting areas should fall within the limits for the four vertices defined for each colour by the CIE (Commission International de l'Eclairage) and set out in UNE 135.330 and PNE 135.331, respectively.

As far as the luminance factor β , expressed as a percentage is concerned, it should have a value in respect of each colour in the retrorreflecting and non-retrorreflecting areas as set out in UNE 135.330 and PNE 135.331.

3.1.10. Determination of the shine. Shine is measured in accordance with the UNE 48.026 standards and in the case of the non-retrorreflecting areas a 60° measuring angle is used and the resulting value should be higher than 60 % (PNE 135.331).

In the retrorreflecting areas, shine has to be measured with an angle of 85° , although in the preparation of UNE 135.330 it was not taken into account as there are other more important optical characteristics.

3.1.11. Determination of the coefficient of retrorreflection (PNE 135.350). Determination of the coefficient of retrorreflection, expressed in $\text{cd}/(\text{lx}\cdot\text{m}^2)$, is carried out in accordance with PNE

135.350, using the CIE «A» light source (with a colour temperature of 2,856 K). Light reflected from the surface of the retrorreflecting material (retrorreflecting areal is measured with a photoelectric cell.

Logically, the coefficient of retrorreflection is only required in respect of the retrorreflecting areas and the minimum requirements in respect of each of the colours used and the angle of divergence/angle of incidence pairs are set out in UNE 135.330.

3.1.12. Resistance to saline mist. In the retrorreflecting areas (UNE 135.330): The test is carried out in accordance with UNE 48.267 and after remaining in the saline chamber for two cycles (of 22 hours each, separated by an interval of two hours, during which the samples remain at room temperature and are also dried) there should be no blistering, cracking, peeling, flaking, loss of adhesion or any other noticeable defects present. In addition, the chromatic coordinates should continue to fall within the corresponding limits for each colour. The value of the coefficient of retrorreflection measured with an angle of divergence of $0,33^\circ$ and an angle of incidence of 5° should not be less than the values required under UNE 135.330.

In the non-retrorreflecting areas (PNE 135.331): The test is carried out in accordance with UNE 48.267, after previously making a cross-shaped cut in the surface of the sample. After 500 hours, no blistering or any other superficial defects should be detected. The progress of the corrosion, measured at right angles to the edges of the cut, should not exceed 3 mm (on each side of the cut).

3.1.13. Resistance to Accelerated Artificial Aging. This test is carried out in accordance with UNE 48.251 standards, using a «B» type lamp for a four hour cycle with ultra-violet

cas, medidas después del ensayo, deben estar igualmente situadas dentro de sus respectivas áreas. Igualmente, la pérdida del factor de luminancia será inferior al 20 % del valor inicial indicado en el PNE 135.330.

c) Una vez realizado el ensayo, la lámina retrorreflectante adherida al soporte no deberá presentar síntomas de exfoliación, agrietamiento, formación de ampollas o falta de adherencia, cuyo conjunto afecte a más del 20 % de la superficie de la probeta.

En las zonas no retrorreflectantes (PNE 135.331): La duración del envejecimiento es de 500 horas para los colores azul, azul oscuro, blanco, gris, negro y rojo, y de 250 horas para los colores verde, amarillo y marrón; quedando excluidos de este ensayo los colores naranja y púrpura. Realizado el envejecimiento se ha de cumplir:

- a) Aspecto: No se habrá producido caleo, cuarteamiento ni cualquier otro defecto superficial.
- b) Color: Las coordenadas cromáticas estarán dentro de las áreas definidas.
- c) El factor de luminancia seguirá cumpliendo los mínimos

exigidos para cada color según PNE 135.331.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Dirección General de Carreteras del MOPT la financiación de todos los trabajos relacionados con la señalización de las carreteras. Asimismo, agradecer a todas aquellas personas de la División de Materiales Orgánicos que han colaborado en la parte experimental del estudio de las características de los materiales empleados en la señalización vertical.

BIBLIOGRAFIA

- Publicación CIE núm. 39.2 «Recommendations for surface colours for visual signalling» (1988).
- Pliego de condiciones de la señalización vertical no reflexiva, del MOPT, mayo de 1990.
- UNE 135.330. Señalización vertical. Señales metálicas retrorreflectantes mediante láminas retrorreflectantes con microesferas de vidrio. Características y métodos de ensayo.
- PNE 135.331. Señalización vertical. Señales metálicas. Zona no retrorreflectante. Pinturas. Características y métodos de ensayo.
- UNE 135.350. Señalización vertical. Láminas retrorreflectantes por microesferas de vidrio. Determinación de la visibilidad nocturna mediante el coeficiente de retrorreflexión.

radiation, at a black panel temperature of 60 °C and for four hours of darkness during which there is condensation and a black panel temperature of 5 °C.

In the retroreflecting areas (UNE 135.330): The aging lasts for 1,000 hours in respect of Level 1 laminae and 2,000 hours for Level 2. Once the aging is completed, the following requirements should be met: a) Retroreflection, measured with angles of incidence and divergence of 5 and 0.33° respectively should be higher than 50 % of its initial value at Level 1 and 80 % of its initial value at Level 2.

b) The chromatic coordinates measured after the test should similarly fall within their respective limits. Equally, the loss of luminance should be less than 20 % of the initial value indicated in UNE 135.330.

c) Once the test is finalised, the retroreflecting laminae adhering to the backing should not show signs of flaking, cracking, blistering or lack of adhesion, which in total affects more than 20 % of the surface of the samples.

In the non-retroreflecting areas (PNE 135.331): The aging process lasts for 500 hours for blue, dark blue, white, grey, black and red colours and for 250 hours for green, yellow and brown colours; orange and purple are not included in this test. After the aging process,

the following requirements should be met:

- a) The appearance: there should be no whitening, checking or any other superficial defects.
- b) Colour: the chromatic coordinates should fall within the specified limits.
- c) The luminance factor should continue to meet the minimum requirements for each colour set out in PNE 135.331.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors wish to thank the Directorate General for Roads at the Ministry of Public Works and Transport for financing the papers connected with road traffic signing. In addition, we thank all those of the Organic Materials Division who have contributed to the experimental studies of the characteristics of materials used in traffic signing.

BIBLIOGRAPHY

- CIE publication No. 39.2 «Recommendations for surface colours for visual signalling» (1988).
- Pliego de condiciones de la señalización vertical no reflexiva, MOPT, May 1990.
- UNE 135.330. Señalización vertical. Señales retrorreflectantes mediante láminas retrorreflectantes con microesferas de vidrio. Características y métodos de ensayo.
- PNE 135.331. Señalización vertical. Señales metálicas. Zona no retrorreflectante. Pinturas. Características y métodos de ensayo.
- UNE 135.350. Señalización vertical. Láminas retrorreflectantes por microesferas de vidrio. Determinación de la visibilidad nocturna mediante el coeficiente de retrorreflexión.