

# SISTEMAS DE PINTURA A UTILIZAR EN LA SEÑALIZACION VERTICAL NO RETRORREFLEXIVA SOBRE SOPORTES DE ACERO GALVANIZADO

## II. Características de la película seca

MANUEL BLANCO FERNANDEZ (\*)

FRANCISCA CASTILLO RUBI (\*\*)

RAFAEL NIETO MASIDE (\*\*\*)

**RESUMEN.** En este trabajo se someten dieciséis sistemas de recubrimientos capaces de utilizarse sobre chapas de acero galvanizado, tipo Sendzimir, en la señalización vertical de carreteras, a diversos ensayos en su película seca con el fin de comprobar su idoneidad para este fin.

**ABSTRACT.** In this work, we have tested sixteen coatings systems which can be used on galvanized steel plates, Sendzimir type, in roads vertical signalisation. Some tests on dry film were made and their characteristics were determined.

### 1. INTRODUCCION

En anterior trabajo aparecido en esta revista (1), se seleccionan dieciséis sistemas de pintura diferente con objeto de comprobar su idoneidad con vistas a su posible aplicación sobre chapas de acero pregalvanizadas, tipo Sendzimir, a utilizar en la señalización vertical de carreteras. En el mencionado trabajo se describen los sistemas, así como las características más notables de las pinturas y esmaltes líquidos.

### 2. PARTE EXPERIMENTAL

Las propiedades determinadas sobre las películas secas aplicadas sobre las chapas galvanizadas son las que figuran en la tabla I, donde se indica el procedimiento seguido en su evaluación. El ensayo de resistencia a la inmersión se ha realizado con cuatro líquidos distintos: agua destilada, gasolina, aceite mineral y agua jabonosa. En las figuras 1, 2, 3 y 4 se presentan, respectiva-

mente, probetas con sistemas sometidas a ensayos de flexibilidad, impacto, niebla salina y envejecimiento artificial acelerado.

| CARACTERISTICA                                      | NORMA        |
|-----------------------------------------------------|--------------|
| ASPECTO                                             | —            |
| COLOR (COORDENADAS CROMATICAS)                      | MELC 12.108  |
| BRILLO ESPECULAR                                    | MELC 12.100  |
| FACTOR DE LUMINANCIA                                | MELC 12.97   |
| ADHERENCIA                                          | ASTM D 3359  |
| FLEXIBILIDAD                                        | MELC 12.93   |
| EMBUCCION                                           | INTA 160263A |
| IMPACTO                                             | INTA 160266  |
| RESISTENCIA A LA INMERSION                          | MELC 12.91   |
| RESISTENCIA A LA NIEBLA SALINA                      | INTA 160604  |
| RESISTENCIA AL ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL ACCELERADO | MELC 12.94   |

TABLA I. Ensayos realizados en película seca: su metodología.

(\*) Doctor en Ciencias Químicas. Jefe del Sector de Materiales del Laboratorio Central de Estructuras y Materiales del CEDEX.

(\*\*) Doctora en Ciencias Químicas. Jefe de la División de Materiales Orgánicos del Laboratorio Central de Estructuras y Materiales del CEDEX.

(\*\*\*) Ingeniero Químico Industrial de la División de Materiales Orgánicos del Laboratorio Central de Estructuras y Materiales del CEDEX.

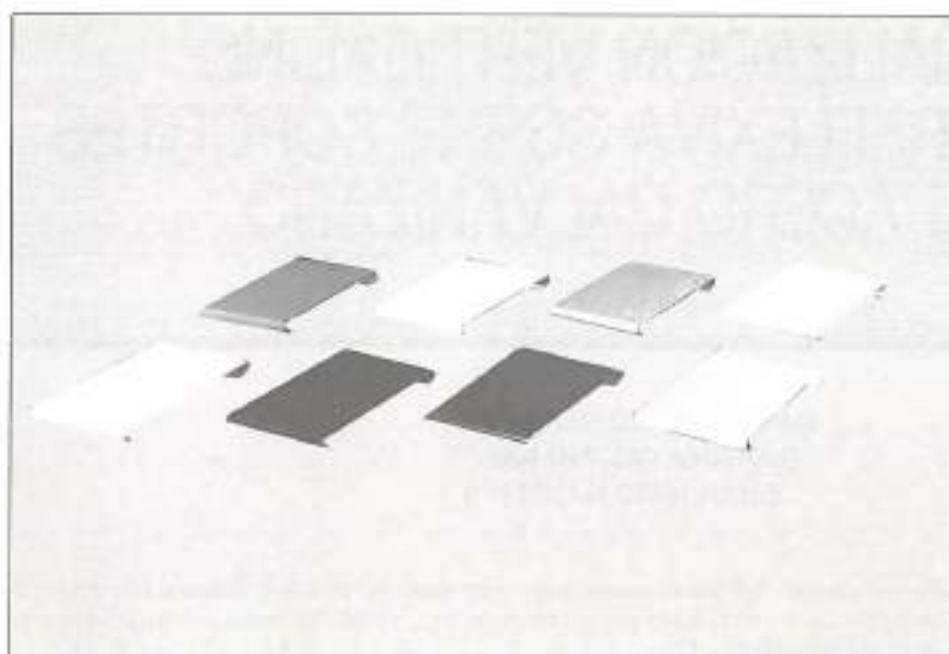


FIGURA 1. Probetas para la determinación de la flexibilidad.

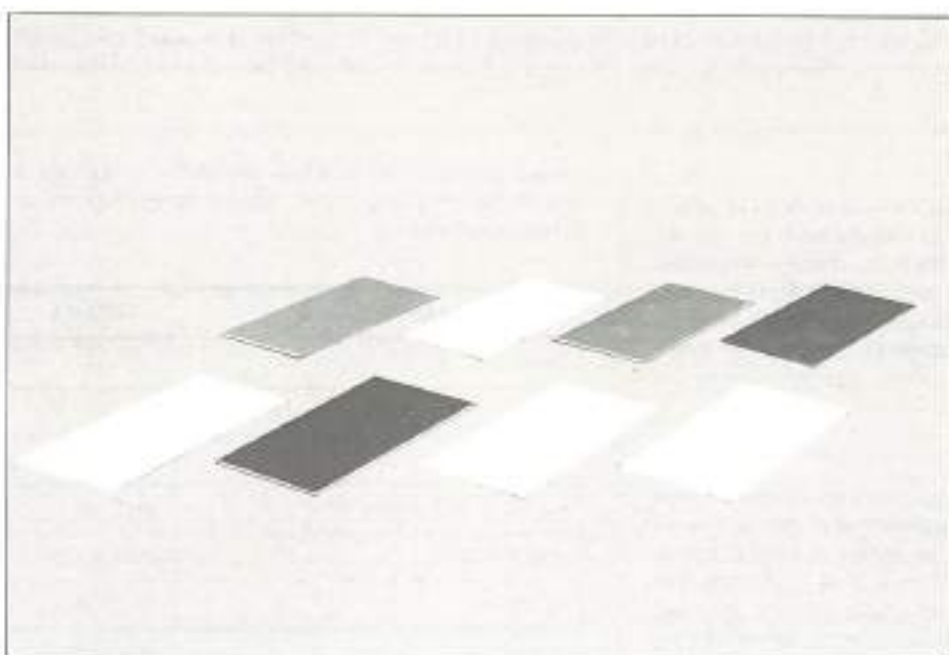


FIGURA 2. Probetas para la determinación de la resistencia al impacto.

## 2.1. RESULTADOS

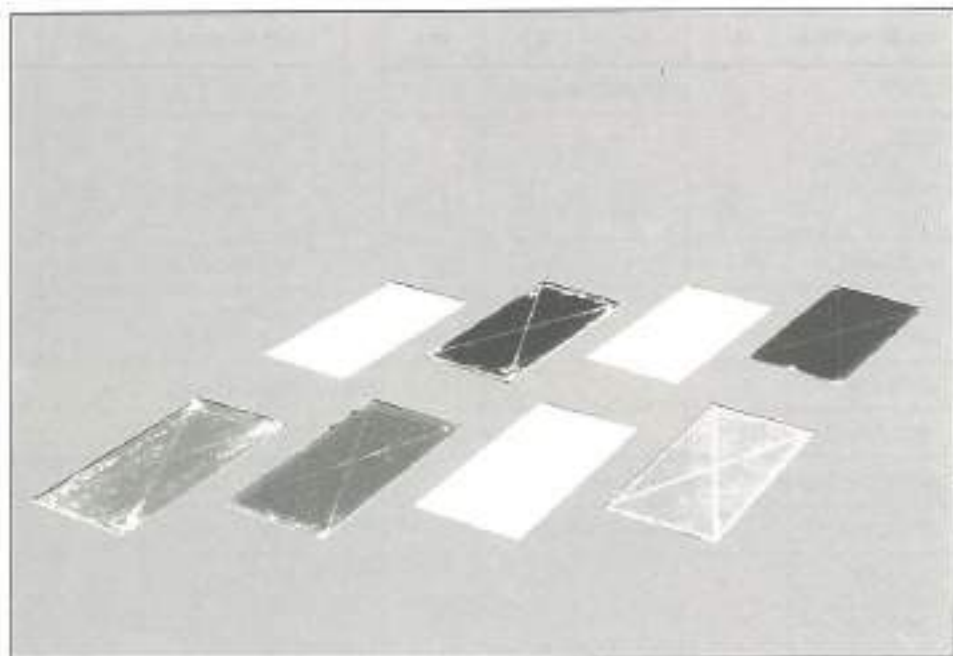
En las tablas II a V se presentan las características de las películas secas de los sistemas diseñados susceptibles de utilización en la señalización vertical no retro-reflectiva.

Una vez realizado el ensayo de resistencia al envejecimiento artificial acelerado de 500 horas de duración, todas las probetas se sometieron, de nuevo, al ensayo de

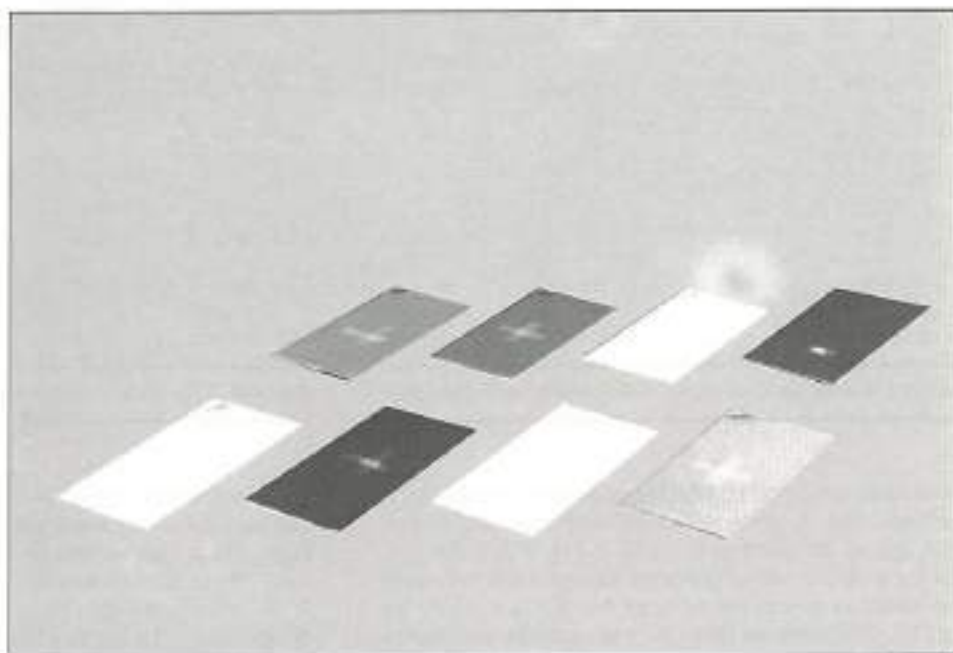
adherencia debido a la importancia que tiene la prueba en la señalización vertical.

Después del envejecimiento, los sistemas que no han dado lugar a una pérdida de adherencia han sido los designados con las referencias II.2, III.4, IV.1, IV.2 y VI.3.

La resistencia al impacto directo se llevó a cabo con una bola de acero de 1 kg de peso y diámetro de 20 mm lanzada desde una altura de 50 mm.



**FIGURA 3.** Pruebas de varios sistemas una vez sometidas a la acción de la niebla salina.



**FIGURA 4.** Pruebas sometidas a un envejecimiento artificial acelerado.

## 2.2. CONCLUSIONES

1. Se han estudiado 16 sistemas de los cuales 9 se comportan bien en el ensayo de adherencia; otros 4 tienen una calificación de 1 que puede considerarse aceptable. Los sistemas II.1, VI.1 y VI.2 son inaceptables desde el punto de vista de su adherencia recubrimiento orgánico-soporte inorgánico.

2. Los ensayos de flexibilidad, embutición e impacto di-

recto se consideran en conjunto por ser complementarios. Estos tres ensayos los cumplen perfectamente los sistemas IV.2, V.1 y VI.3 y, parcialmente, excepto la embutición, el sistema VI.1. Los demás sistemas ensayados fallan, fundamentalmente, en la embutición y algunos en el impacto.

3. La inmersión en agua destilada y aceite mineral la soportan, perfectamente, los 16 sistemas diseñados. La

| TIPO DE SISTEMA                                                                                    | I                                                             | II.1              | II.2  | III.1               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------|-------|---------------------|
| ASPECTO                                                                                            | LISO Y UNIFORME DE COLOR                                      |                   |       |                     |
| COLOR<br>(COORDENADAS<br>CROMATICAS) x                                                             | 0,580                                                         | 0,620             | 0,123 | 0,248               |
| y                                                                                                  | 0,373                                                         | 0,323             | 0,135 | 0,219               |
| BRILLO 60°/60°, %                                                                                  | 86,4                                                          | 93,4              | 87,4  | 86,3                |
| FACTOR DE<br>LUMINANCIA, $\beta$                                                                   | 0,25                                                          | 0,09              | 0,05  | 0,01                |
| ADHERENCIA, n.º                                                                                    | 0                                                             | 3                 | 1     | 0                   |
| FLEXIBILIDAD (6,5 mm)                                                                              | GRIETAS                                                       | SIN AGRIETAMIENTO |       |                     |
| EMBUTICION (5 mm)                                                                                  | GRIETAS Y DESPRENDIMIENTO DE PINTURA                          |                   |       |                     |
| IMPACTO DIRECTO                                                                                    | SIN AGRIETAMIENTO                                             |                   |       |                     |
| RESISTENCIA A LA<br>INMERSION EN:<br>AGUA DESTILADA<br>GASOLINA<br>ACEITE MINERAL<br>AGUA JABONOSA | SIN ALTERACION APRECIABLE<br><div>  LIGERO CAMBIO COLOR</div> |                   |       |                     |
| RESISTENCIA A LA<br>NEBLA SALINA 1500 H                                                            | SIN ALTERACION APRECIABLE                                     |                   |       | ALGUNAS<br>AMPOLLAS |
| RESISTENCIA AL<br>ENVEJECIMIENTO<br>ARTIFICIAL<br>ACELERADO<br>COLOR x                             | 0,581                                                         | 0,611             | 0,126 | 0,248               |
| y                                                                                                  | 0,373                                                         | 0,325             | 0,137 | 0,222               |
| BRILLO, %                                                                                          | 88,1                                                          | 89,1              | 69,0  | 84,7                |
| FACTOR DE<br>LUMINANCIA, $\beta$                                                                   | 0,23                                                          | 0,08              | 0,05  | 0,01                |

**TABLA II.** Características de la película seca de los sistemas diseñados.

inmersión en gasolina produce reblandecimiento de la película seca de pintura cuando está humedecida con gasolina en los sistemas IV.1, IV.2, V.1, V.2, V.3 y V.4. La inmersión en agua jabonosa es soportada por todos los sistemas menos por tres, en los que se produce un cambio en el tono de color, pero sin afectar a la dureza de la película de pintura.

4. La acción de la niebla salina la soportan 8 de los sistemas, aunque 2 con un cambio del tono de color, pero sin grietas ni ampollas. Por último, en 6 de los sistemas se aprecia la formación de ampollas.

5. El ensayo de envejecimiento artificial acelerado no afecta, en absoluto, a tres de los sistemas utilizados: II.2, III.4 y VI.3. En otros 2 sistemas hay solamente una pérdida de brillo (sistemas IV.1 y IV.2). En el resto de los sistemas se observa una pérdida de la adherencia inicial.

| TIPO DE SISTEMA                                                                                    | III.2                                                                                                           | III.3 | III.4 | IV.1     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|----------|
| ASPECTO                                                                                            | LISO Y UNIFORME DE COLOR                                                                                        |       |       |          |
| COLOR<br>(COORDENADAS<br>CROMATICAS) x                                                             | 0,529                                                                                                           | 0,310 | 0,298 | 0,306    |
| y                                                                                                  | 0,321                                                                                                           | 0,319 | 0,315 | 0,310    |
| BRILLO 60°/60°, %                                                                                  | 76,6                                                                                                            | 81,2  | 85,3  | 19,7     |
| FACTOR DE<br>LUMINANCIA, $\beta$                                                                   | 0,08                                                                                                            | 0,82  | 0,41  | 0,08     |
| ADHERENCIA, n°                                                                                     | 0                                                                                                               | 0     | 0     | 0        |
| FLEXIBILIDAD (6,5 mm)                                                                              | SIN AGRIETAMIENTO                                                                                               |       |       |          |
| EMBUTICION (5 mm)                                                                                  | GRIETAS                                                                                                         |       |       | MICROGR. |
| IMPACTO DIRECTO                                                                                    | SIN AGRIETAMIENTO                                                                                               |       |       |          |
| RESISTENCIA A LA<br>INMERSION EN:<br>AGUA DESTILADA<br>GASOLINA<br>ACEITE MINERAL<br>AGUA JABONOSA | SIN ALTERACION APRECIABLE<br>CAMBIO DE COLOR<br>SIN ALTERACION APRECIABLE<br>CAMBIO C SIN ALTERACION APRECIABLE |       |       |          |
| RESISTENCIA A LA<br>NEBLA SALINA (500 h)                                                           | FORMACION DE AMPOLLAS                                                                                           |       |       |          |
| RESISTENCIA AL<br>ENVEJECIMIENTO<br>ARTIFICIAL<br>ACELERADO<br>COLOR x                             | 0,579                                                                                                           | 0,311 | 0,299 | 0,305    |
| y                                                                                                  | 0,326                                                                                                           | 0,321 | 0,137 | 0,310    |
| BRILLO, %                                                                                          | 71,3                                                                                                            | 78,6  | 80,6  | 15,2     |
| FACTOR DE<br>LUMINANCIA, $\beta$                                                                   | 0,08                                                                                                            | 0,81  | 0,81  | 0,08     |

**TABLA III.** Características de la película seca de los sistemas diseñados.

6. Si se tiene en cuenta el brillo de la capa de acabado que puede inducir negativamente a la hora de aplicar sobre ella la lámina retrorreflectante, los que tienen un mejor comportamiento son los IV.1 y IV.2.

7. El sistema que ha dado lugar a un mejor comportamiento de los 16 diseñados ha sido el designado con el número VI.3, basado en una capa de imprimación epoxi-óxido de hierro-cromato de zinc, de dos componentes y una capa de acabado a base de un esmalte de poliuretano alifático de dos componentes.

8. Por último, los resultados obtenidos nos indican el grado de dificultad que presenta el pintado del acero galvanizado a consecuencia de la falta de adherencia específica entre el zinc y el recubrimiento orgánico.

### 3. AGRADECIMIENTO

Los autores del presente trabajo quieren agradecer al

# OTROS MATERIALES DE CONSTRUCCION

| TIPO DE SISTEMA                                                                                                              | IV.2                                                                                        | V.1                            | V.2                            | V.3                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| ASPECTO                                                                                                                      | LISO Y UNIFORME DE COLOR                                                                    |                                |                                |                                |
| COLOR<br>COORDENADAS<br>CROMATICAS x<br>y                                                                                    | 0,308<br>0,311                                                                              | 0,297<br>0,313                 | 0,201<br>0,173                 | 0,327<br>0,333                 |
| BRILLO 60°/60°, %                                                                                                            | 23,5                                                                                        | 85,1                           | 87,0                           | 83,4                           |
| FACTOR DE<br>LUMINANCIA, $\beta$                                                                                             | 0,07                                                                                        | 0,39                           | 0,07                           | 0,84                           |
| ADHERENCIA, $\alpha$ , %                                                                                                     | 0                                                                                           | 0                              | 1                              | 1                              |
| FLEXIBILIDAD (0,5 mm)                                                                                                        | SIN AGRIETAMIENTO                                                                           |                                |                                |                                |
| EMBUICION (5 mm)                                                                                                             | SIN AGRIETAMIENTO                                                                           |                                | PEQUEÑAS GRIETAS               |                                |
| IMPACTO DIRECTO                                                                                                              | SIN AGRIETAMIENTO                                                                           |                                | AGRIETAMIENTO                  |                                |
| RESISTENCIA A LA<br>INVERSION EN:<br>AGUA DESTILADA<br>GASOLINA<br>ACEITE MINERAL<br>AGUA JABONOSA                           | SIN ALTERACION APRECIABLE<br>REBLANDECIMIENTO, A LAS 24 H DURO<br>SIN ALTERACION APRECIABLE |                                |                                |                                |
| RESISTENCIA A LA<br>NEBLA SALINA ISO 2 H                                                                                     | AMPOLLAS                                                                                    | SIN ALTERACION APRECIABLE      |                                |                                |
| RESISTENCIA AL<br>ENVEJECIMIENTO<br>ARTIFICIAL<br>ACELERADO<br>COLOR x<br>y<br>BRILLO, %<br>FACTOR DE<br>LUMINANCIA, $\beta$ | 0,306<br>0,310<br>14,0<br>0,08                                                              | 0,297<br>0,313<br>69,0<br>0,38 | 0,226<br>0,199<br>78,1<br>0,09 | 0,327<br>0,334<br>71,7<br>0,83 |

**TABLA IV.** Características de la película seca de los sistemas diseñados.

Area de Tecnología de la Dirección General de Carreteras del MOPT, la ayuda recibida para la realización de esta investigación, sin la cual hubiera sido imposible llevarla a cabo.

| TIPO DE SISTEMA                                                                                                              | V.4                                                                                                                            | VI.1                           | VI.2                           | VI.3                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| ASPECTO                                                                                                                      | LISO Y UNIFORME DE COLOR                                                                                                       |                                |                                |                                |
| COLOR<br>COORDENADAS<br>CROMATICAS x<br>y                                                                                    | 0,635<br>0,318                                                                                                                 | 0,313<br>0,322                 | 0,623<br>0,319                 | 0,307<br>0,316                 |
| BRILLO 60°/60°, %                                                                                                            | 88,2                                                                                                                           | 83,9                           | 79,0                           | 90,7                           |
| FACTOR DE<br>LUMINANCIA, $\beta$                                                                                             | 0,88                                                                                                                           | 0,88                           | 0,08                           | 0,85                           |
| ADHERENCIA, $\alpha$ , %                                                                                                     | 1                                                                                                                              | 3                              | 3                              | 5                              |
| REXIBILIDAD (0,5 mm)                                                                                                         | SIN AGRIETAMIENTO                                                                                                              |                                |                                |                                |
| EMBUICION (5 mm)                                                                                                             | NO GRIET.                                                                                                                      | GRIETAS                        | SIN GRIETAS                    |                                |
| IMPACTO DIRECTO                                                                                                              | AGRIETAMIENTO                                                                                                                  |                                |                                | NO GRIET.                      |
| RESISTENCIA A LA<br>INVERSION EN:<br>AGUA DESTILADA<br>GASOLINA<br>ACEITE MINERAL<br>AGUA JABONOSA                           | SIN ALTERACION APRECIABLE<br>REBLANDECIMIENTO SIN ALTERACION<br>SIN ALTERACION APRECIABLE<br>SIN ALTERACION DECOLORA NO ALTERA |                                |                                |                                |
| RESISTENCIA A LA<br>NEBLA SALINA ISO 2 H                                                                                     | NO ALTERA                                                                                                                      | OSCURCIMIENTO                  |                                | NO ALTERA                      |
| RESISTENCIA AL<br>ENVEJECIMIENTO<br>ARTIFICIAL<br>ACELERADO<br>COLOR x<br>y<br>BRILLO, %<br>FACTOR DE<br>LUMINANCIA, $\beta$ | 0,628<br>0,318<br>80,8<br>0,08                                                                                                 | 0,316<br>0,324<br>79,6<br>0,85 | 0,608<br>0,320<br>69,0<br>0,07 | 0,309<br>0,318<br>89,0<br>0,84 |

**TABLA V.** Características de la película seca de los sistemas diseñados.

## 4. BIBLIOGRAFIA

BLANCO, M.; CASTILLO, F., y NIETO, R. (1991). Ing. Civil 79, 23-29 (1991).