

## Productos Filmógenos de curado del hormigón

Por D. Francisco J. Sáinz de Cuetos  
y D. Antonio Román López  
Laboratorio Central  
de Estructuras y Materiales  
(CEDEX)

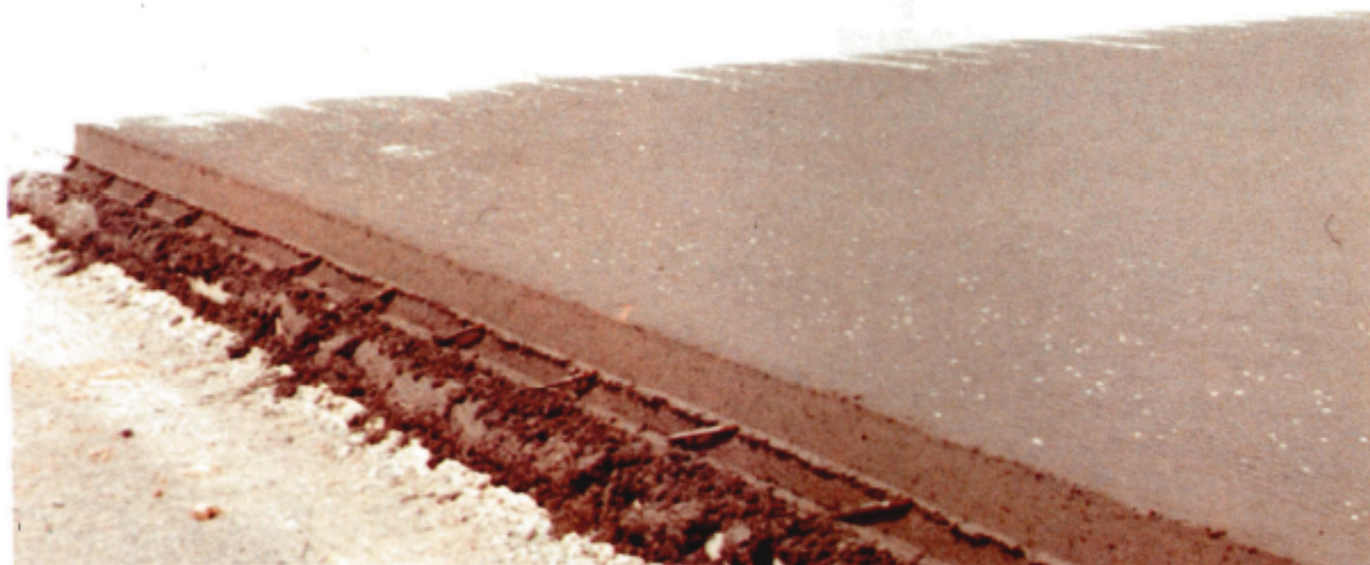


Foto 1. Pulverización de líquido filmógeno sobre pavimento de hormigón

**L**OS productos filmógenos de curado son los materiales de empleo más extendidos en el curado de losas, pavimentos y demás estructuras de hormigón.

Actualmente existe una clara necesidad de revisar y retocar las especificaciones y métodos de ensayo para lograr una normativa idónea para las realizaciones en hormigón.

En el Laboratorio Central de Estructuras y Materiales se está desarrollando una revisión sobre las prácticas y productos de curado.

El estudio está financiado por la Dirección General de Carreteras del MOPU.

siones obtenidas, con el ánimo de conseguir un mejor empleo de dichos productos de curado.

El campo principal de aplicación tecnológica del producto filmógeno de curado es, sin duda, el de los pavimentos de hormigón para carreteras, por las grandes superficies de hormigón que presentan este tipo de obras y por la trascendencia que tiene un curado adecuado en la vida posterior de las mismas.

No obstante existen otros campos importantes de aplicación tecnológica, que no deben olvidarse en un trabajo como el que nos ocupa.

La aplicación del producto filmógeno de curado en las pistas de hormigón de los aeropuertos y en los pavimentos urbanos conduce a una casuística muy similar a la planteada en los pavimentos para carreteras.

### 1. Introducción

El estudio presente tiene en su desarrollo una doble finalidad. En primer lugar pretende aportar un máximo de información acerca del empleo de los productos para

el curado de hormigón, tanto en nuestro propio país como en aquellos países considerados de mayor experiencia tecnológica en este terreno. En segundo lugar intenta, desde una postura realista, buscar la mayor utilidad y aprovechamiento práctico de las conclu-

En otro tipo de aplicaciones, como son por ejemplo las de la construcción estructural y la prefabricación industrial, se llega a productos y métodos con marcadas diferencias.

La función primordial que debe tener el producto de curado es la de evitar la evaporación rápida del agua incorporada al hormigón durante los primeros días de puesta en obra, especialmente en condiciones climatológicas adversas como son el excesivo calor y los fuertes vientos. Aparte de esta función principal, se pueden esperar del producto otras prestaciones complementarias como son las de impermeabilización, protección contra la lluvia, antiadherencia con capas superiores de hormigón, protección frente a heladas ligeras, etc.

## 2. Uso en pavimentos

Los primeros pavimentos de hormigón realizados en España pueden fecharse sobre el año 1915, con aplicación poco frecuente en tramos cortos y con métodos de ejecución muy rudimentarios. En el año 1937 se utiliza por vez primera el hormigón vibrado para pavimentos. Para el curado se empleaba el riego con agua, una vez verificado el fraguado, y el recubrimiento con arpilleras y arena húmeda.

En el periodo 1960-1965, con los Planes de Desarrollo, se inicia la construcción de pavimentos de hormigón a mayor escala y con técnicas más adecuadas. Los primeros ejemplos son el tramo de ensayo de la CN-II en San Fernando de Henares en 1962-63 y la carretera de acceso al Valle de los Caídos.

El tramo de ensayo estaba constituido por losas de hormigón en masa de 25 cm. de espesor y 5-6 m. de longitud, con pasadores en las juntas. Presentó un excelente comportamiento hasta 1981 en que fue recubierto.

En estas primeras realizaciones los encofrados son fijos y el curado se aplica con tiendas de lona y riegos intermitentes.

La Variante de Torrejón, en 1968, constituye el primer tramo de autovía con pavimento de hormigón (8 Km. y 7 m. de anchura por calzada). El pavimento es de

**“La función primordial que debe tener el producto de curado es la de evitar la evaporación rápida del agua incorporada al hormigón durante los primeros días de puesta en obra.”**

hormigón en masa con espesor uniforme de 25 cm. y base de grava-cemento de 15 cm. Las juntas llevan pasadores y se obturan con perfiles de neopreno. La textura es de tipo transversal y los encofrados eran fijos.

El curado se realizó con recubrimiento de láminas plásticas. En el pavimento aparecieron posteriormente fisuraciones reticulares, probablemente por reacción alcali-árido, que no perjudican de forma esencial al pavimento.

Existen también fisuras de profundidad inferior a los 5 cm., atribuibles posiblemente a curado defectuoso.

A partir del año 1971 comienza a difundirse en España la técnica californiana de construcción de pavimentos, introduciéndose las máquinas pavimentadoras de encofrados deslizantes. El desarrollo del Plan Nacional de Autopistas de 1967, con la construcción de largos tramos, justificaba el uso de estas pavimentadoras de gran rendimiento.

La primera autopista española en que se adopta la técnica californiana es la Sevilla-Cádiz, abierta al tráfico en Enero de 1972. Tiene una longitud total de 36 Km., constando de dos calzadas de 7 m. de anchura. El pavimento es de hormigón en masa con espesor uniforme de 25 cm., sobre una base de grava-cemento de 15 cm. de espesor. Las juntas carecían de pasadores. El curado fue correcto, no apreciándose en la actualidad agrietamientos generalizados de retracción.

Con la misma técnica californiana se realizan posteriormente los tramos Puzol-Castellón y Amposta-Salou de la Autopista del Mediterráneo, abiertos al tráfico en 1974. Estos tramos así como

los Altea-San Juan y Peñíscola-Amposta de 1976 conservan el mismo tipo de pavimento de espesor uniforme y sección tipo 25/15. Con el uso de las pavimentadoras deslizantes se impone la utilización de la aplicación continua de los productos filmógenos de curado. El pulverizado de dichos productos se va realizando a la misma velocidad de avance del tren de hormigonado.

A partir de las informaciones recogidas en el Estado de California en 1977, la técnica californiana evoluciona incrementando el espesor de las losas, buscando para las mismas la sección tipo trapezoidal 24-28 cm., disminuyendo la longitud de las losas de pavimentos, sustituyendo la base de grava-cemento por hormigón magro, mejorando el sistema de drenaje y dando una mayor importancia a la aplicación cuidada de los productos filmógenos de curado, que deberán ser de una calidad bien seleccionada.

Con la técnica californiana se construyeron también los siguientes tramos:

Acceso a Cuenca en Agosto de 1977.

Acceso a la Punta del Sebo (Puerto Autónomo de Huelva) en Agosto de 1978.

Desdoblamiento del Paso de Despeñaperros. Autovía de Andalucía. Julio 1983 y 1984.

Variantes de Albacete y la Roda. 1986 y 1987.

La experiencia de la utilización de la técnica californiana, durante 15 años, mostró la importancia de la disposición de pasadores en juntas, especialmente ante la presencia de tráfico pesado. Por otra parte la aparición de maquinaria con la posibilidad de insertar pasadores en el hormigón fresco, sin necesidad de detenciones y sin merma en la regularidad superficial del pavimento, ha llevado a que la nueva Instrucción sobre Secciones de Firme en Autovías (O.M. de 31 de Julio de 1986) prescriba la obligatoriedad del empleo de pasadores en las juntas.

Surge de la mencionada Instrucción la última generación de pavimentos de hormigón, que van a tener su desarrollo en las realizaciones del Plan General de Carreteras 1984/91 con un alto porcentaje de tramos construidos con pavimentación de hormigón.



Foto 2. Productos filmógenos para curado del hormigón del mercado español

De los antecedentes recogidos se deduce la gran repercusión económica que puede significar la utilización de unos productos filmógenos de curado, que garanticen una correcta ejecución de los pavimentos, con vistas a su futura durabilidad.

### 3. Mercado español

Con el propósito de conocer la situación en el momento actual del mercado, en lo referente a los productos de curado del hormigón, se realizó una búsqueda exhaustiva en la que se localizaron siete fabricantes.

A cada uno de ellos se le solicitó una muestra de cada uno de los productos que fabrica, así como sus características técnicas y de aplicación (Foto 1).

Los siete fabricantes localizados, y la marca de cada uno de los productos que aportan, figura, por orden alfabético, en el cuadro 1.

El Laboratorio Central ha efectuado un marcado de los productos con el fin de garantizar el aspecto confidencial de los resultados de ensayo. El estudio queda también abierto para cualquier otro fabricante interesado, que no haya sido localizado

## CUADRO - 1

| FABRICANTE                             | MARCA DEL PRODUCTO                                                                 |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| HALESA .....                           | { CUREX E<br>CUREX 95 BLANCO<br>CUREX M                                            |
| HIDROLSA .....                         | { CUR ISOCRON N<br>CUR ISOCRON P                                                   |
| HISPANO QUIMICA<br>HOUGHTON, S.A. .... | { BRYTEN CURING HD<br>BRYTEN CURING CP<br>BRYTEN CURING SP 2<br>BRYTEN CURING SRLL |
| IBERCERAS.....                         | MICROPOL N-65                                                                      |
| PROBISA .....                          | ECR - 1 (Emulsión bituminosa)                                                      |
| SIKA.....                              | { ANTISOL - E<br>ANTISOL BLANCO                                                    |
| TEXSA.....                             | { FEBCURE BLANCO N.º 1<br>FEBCURE DR                                               |

**“D**e los antecedentes recogidos se deduce la gran repercusión económica que puede significar la utilización de unos productos filmógenos de curado, que garanticen una correcta ejecución de los pavimentos, con vistas a su futura durabilidad.”

#### 4. Normativa

Sobre los productos filmógenos de curado para hormigón, existe una normativa muy dispersa y en algunos aspectos contradictoria.

Se reflejan seguidamente todas aquellas normas, que pudieran resultar de algún interés a lo largo del estudio y ensayos, sobre los productos de curado para hormigón.

#### NORMA DEL ESTADO DE CALIFORNIA

534-A-1968

#### DENOMINACION

Método de ensayo para determinar la eficacia de retención de agua de compuestos de curado líquidos formadores de membrana.

**“E**l Laboratorio Central ha efectuado un marcado de los productos con el fin de garantizar el aspecto confidencial de los resultados de ensayo. El estudio queda también abierto para cualquier otro fabricante interesado, que no haya sido localizado.”

#### NORMAS ASTM

#### DENOMINACION

|              |                                                                                                                                                             |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C-150-84     | Especificaciones para el cemento portland.                                                                                                                  |
| C-156-80a    | Método normalizado de ensayo para los productos retenedores de agua durante el curado del hormigón.                                                         |
| C-171-69-80  | Especificación normalizada sobre materiales laminares para el curado del hormigón.                                                                          |
| C-305-82     | Método normalizado para el amasado mecánico de masas de cemento hidráulico y morteros de consistencia plástica.                                             |
| C-309-81     | Especificación normalizada sobre los productos líquidos formadores de película para el curado del hormigón.                                                 |
| C-778-80a    | Especificaciones para la arena normalizada.                                                                                                                 |
| D-523-80     | Método de ensayo para superficies brillantes.                                                                                                               |
| D-585-74     | Toma de muestras y aceptación de un lote sencillo de papel, pasta de papel, cartón o productos análogos.                                                    |
| D-823-70     | Películas de espesor uniforme, preparadas con pinturas, barnices, lacas y materiales semejantes, sobre paneles de ensayo.                                   |
| D-829        | Resistencia a la tracción del papel bajo el agua, método de ensayo para la tracción húmeda y carga de rotura de papel y productos de papel.                 |
| D-869-78     | Método para determinar el grado de sedimentación de las pinturas de tráfico.                                                                                |
| D-882        | Método de ensayo para determinar a tracción, las propiedades de hojas finas de plástico.                                                                    |
| D-1309-83    | Método normalizado de ensayo para determinar las propiedades de las pinturas de tráfico durante el almacenamiento acelerado.                                |
| D-1644-75-81 | Método normalizado de ensayo para determinar el contenido no volátil de los barnices.                                                                       |
| D-2103       | Especificación sobre espesores para películas y hojas de polietileno.                                                                                       |
| E-97-82      | Método normalizado de ensayo para la medida del factor de reflectancia direccional 45.º-0.º de probetas opacas por reflectometría de filtro de banda ancha. |
| E-178-68     | Recomendaciones prácticas normalizadas para el tratamiento de resultados anómalos.                                                                          |
| P-198-87     | Propuesta de método de ensayo para evaluar la efectividad de los productos para el curado del hormigón.                                                     |

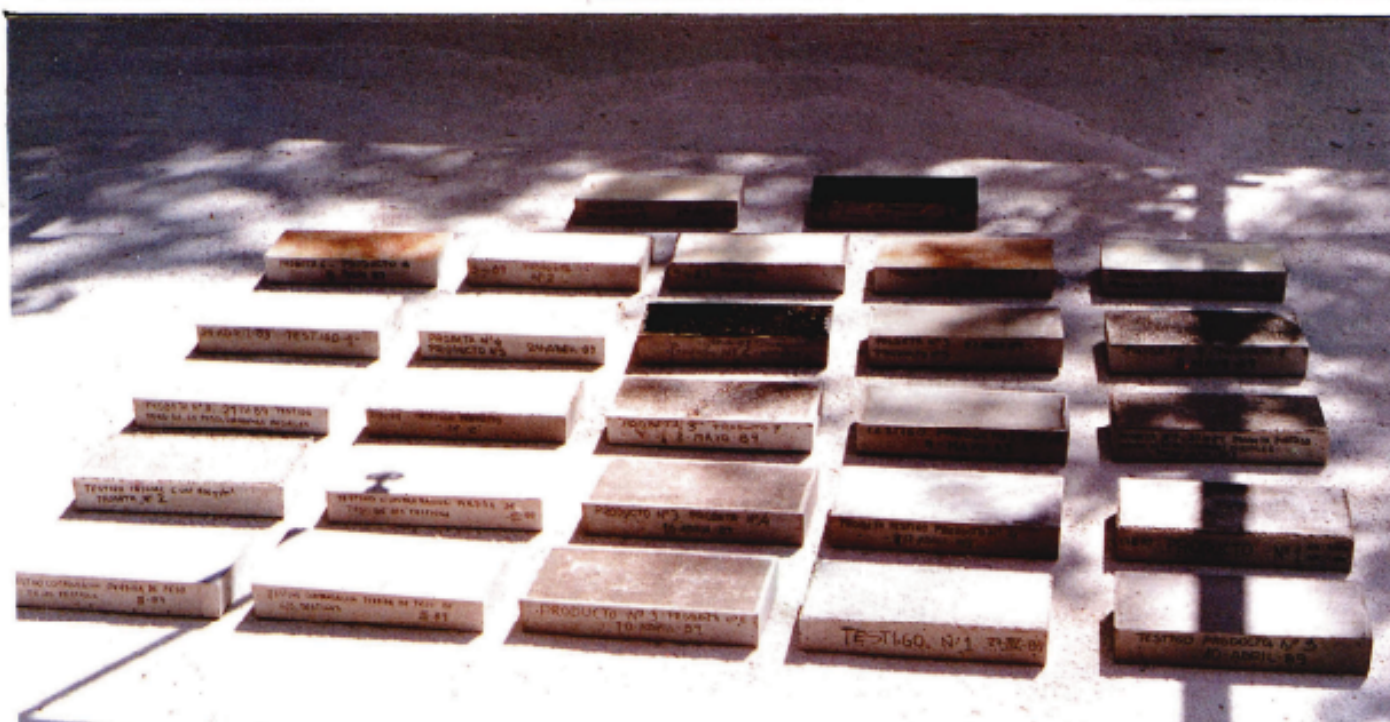


Foto 3. Probetas de mortero para el ensayo de retención de humedad

## 5. Retención de humedad

Sin duda la propiedad más importante, que se exige al producto filmógeno de curado, es la capacidad de retención de humedad del hormigón temprano (Foto 3).

La evaluación de dicha capacidad de retención es el caballo de batalla de numerosas discusiones técnicas y de distintos procedimientos de ensayo (Figuras 1 y 2).

En el estudio se han recogido distintas normativas para la experimentación, actualmente vigentes, cuyo resumen se acompaña en la tabla adjunta.

Puede apreciarse la gran disparidad que existe en el tamaño y dimensiones de las probetas, operativa previa al ensayo, condiciones de ensayo y evaluación de la capacidad de retención de humedad.

### NORMAS BELGAS N B N

### DENOMINACION

GRUPO B-11-715-66

Arena normalizada.

GRUPO B-12-101

Cementos, cemento portland.

GRUPO B-12-208

Cementos, ensayo de flexión y compresión.

GRUPO B-14-207

Ensayos de morteros, consistencia.

GRUPO B-15-219

Método de ensayo para determinar la eficacia contra la evaporación de productos de curado.

GRUPO T-61-204

Ensayos de aditivos para morteros y hormigones. Medida del color.

### NORMAS FRANCESAS

### DENOMINACION

Método de ensayo a aplicar a los productos de curado propuesto por el Laboratoire Central de Ponts et Chaussées de París.

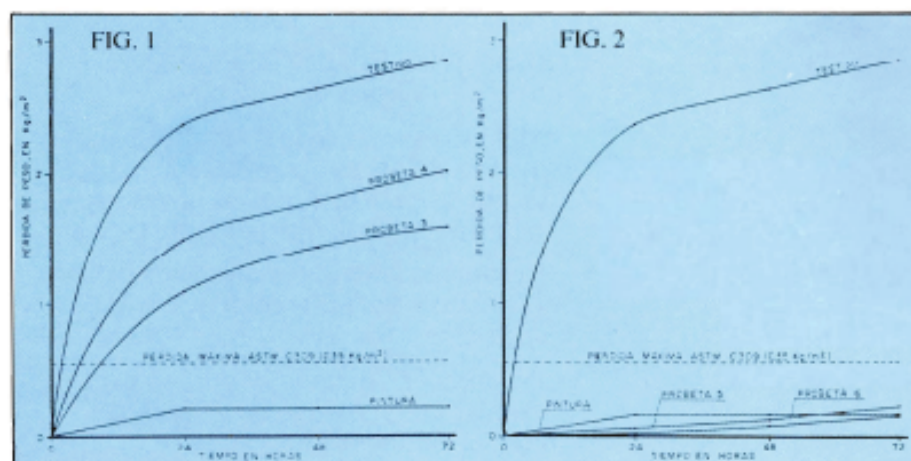


FIG. 1. Ensayo de producto con muy escasa retención de humedad

FIG. 2. Ensayo de producto con adecuada retención de humedad

**NORMA**

FECHA

**PROBETAS**

DIMENSIONES (mm)

NUMERO

**OPERATIVA PREVIA****APLICACION PRODUCTO**DOTACION (Kg/m<sup>2</sup>)**CONDICIONES ENSAYO**

HUMEDAD R. (%)

TEMPERATURA (°C)

AIREACION

RADIACION

DURACION (h.)

**EVALUACION****RESULTADO****ESPECIFICACION**

NORMA ESIRUD DE CALIFORNIA

OCT. 1968

PRISMATICAS

300x150x50

2

ENMOLDAR MORTERO

CURADO 75-100 min

ACANALADO

CURADO 30 min.

CEPILLADO

PULVERIZADO

0,222

CAMARA CURADO

30±4

37,8±1,7

VENTILACION

—

24

PERDIDA PESO PROBETA

PERDIDA PESO PRODUCTO

DIFERENCIA

PERDIDA HUMEDAD (g)

—

LAB. CENTRAL PURVIS ET. CH.

—

PRISMATICAS

400x400x160

2+1 TESTIGO

ENMOLDAR HORMIGON

PASIVA 20 min

—

—

PULVERIZADO

A PRESCRIBIR

CAMARA CURADO

45±5

30±2

—

INFRARROJA

48

PERDIDA PESO PROBETA

PERDIDA PESO TESTIGO

PERDIDA PESO PRODUCTO

COEF. PROTECCION (%)

—

NOM. / 48-12 SELLA

1970

CIRCULARES

200x20

3+3 TESTIGOS

ENMOLDAR MORTERO

CEPILLADO

ACANALADO

SELLADO

PULVERIZADO

TABULADA

CONTROL POR TERMOPARES

60±10 (20 °C)

38±2

—

INFRARROJA (1800 W, 600 mm)

72

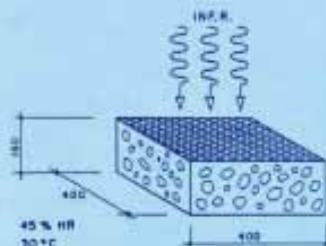
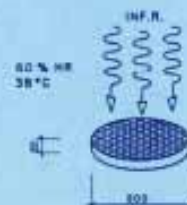
PERDIDA PESO PROBETA

PERDIDA PESO TESTIGO

PERDIDA PESO PRODUCTO

EFICACIA MEDIA (%)

DISPERSION INFERIOR A 10 %

30 % HR  
37,8 °C45 % HR  
30 °C**NORMA**

FECHA

**PROBETAS**

DIMENSIONES (mm)

NUMERO

**OPERATIVA PREVIA****APLICACION PRODUCTO**DOTACION (Kg/m<sup>2</sup>)**CONDICIONES ENSAYO**

HUMEDAD R. (%)

TEMPERATURA (°C)

AIREACION

RADIACION

DURACION (h.)

**EVALUACION****RESULTADO****ESPECIFICACION**

ASTM C156

SEPT. 1980

PRISMATICAS

300x150x50

3 MINIMO

ENMOLDAR MORTERO

CURADO (EXUDACION)

CEPILLADO

ACANALADO

SELLADO

PULVERIZADO

0,200 l/m<sup>2</sup>

CAMARA CURADO

32±2

37,8±1,1

RENOVACION

—

72

PERDIDA PESO PROBETA

PERDIDA PESO PRODUCTO

DIFERENCIA

PERDIDA HUMEDAD (Kg/m<sup>2</sup>)RECORRIDO MAX. 0,15 Kg/m<sup>2</sup>32 % HR  
37,8 °C

ASTM C309-AAETHO M148

1986

PRISMATICAS

300x150x50

3 MINIMO

ASTM C156

—

—

—

—

PINTADO

0,200 l/m<sup>2</sup>

ASTM C156

32±2

37,8±1,1

RENOVACION

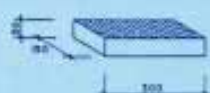
—

72

ASTM C156

—

—

PERDIDA HUMEDAD (Kg/m<sup>2</sup>)PERDIDA MAXIMA 0,55 Kg/m<sup>2</sup>32 % HR  
37,8 °C

ASTM C-8 P198

1987

PRISMATICAS

310x165x90

1+2 TESTIGOS

ENMOLDAR MORTERO

CURADO 48 (HR 95 %, 23 °C)

CEPILLADO

—

—

PINTADO

0,200 l/m<sup>2</sup>0,4 Kg/m<sup>2</sup> H. EVAP. AGUA

PRECISA

PRECISA

PRECISA

—

72

CILINDROS Ø=25 mm

DISCOS DE 10 mm

ABSORCION AGUA 60x

COEF. ABSORCION SUPERF.

COEF. ABSORCION FONDO

DIFERENCIA

DIF. MENOR 3,7x10<sup>-8</sup> cm<sup>2</sup>/s VALEDIF. MAYOR 5,3x10<sup>-8</sup> cm<sup>2</sup>/s NO