

Guía macro fibra estructural

Pav-36 PAVIPRINT.



Información técnica

Introducción

Durante los últimos años se ha producido un desarrollo muy importante en la industria del hormigón, como consecuencia de ello han aparecido nuevos materiales como son las MACRO FIBRAS poliméricas que se emplean como refuerzo de los hormigones.

Estas fibras como agregado del hormigón han sido exhaustivamente estudiadas en otros países como EE. UU. en las normas ACI o ASTM, por ejemplo, y se han publicado ya numerosas normas y métodos de experimentación al respecto.

En nuestro país el **Código Estructural del año 2021 (CodE-21)** en su anejo nº7, establece las recomendaciones específicas y complementarias cuando, para mejorar alguna de las prestaciones del hormigón ya sea en estado fresco, en primeras edades o en estado endurecido, se empleen fibras en el hormigón.

A los efectos de este anejo, los hormigones reforzados con fibras (**HRF**), se definen como aquellos hormigones que incluyen en su composición fibras cortas, discretas y aleatoriamente distribuidas en su masa

Según el **CodE-21**, la aplicación de estas fibras en los hormigones puede ser con finalidad estructural o no estructural.

El empleo de fibras en el hormigón tiene finalidad estructural cuando se utiliza su contribución en los cálculos relativos a alguno de los estados límite últimos o de servicio y su empleo puede implicar la sustitución parcial o total de armadura en algunas aplicaciones.

De una manera general, se pueden clasificar como fibras estructurales, aquellas que proporcionan una mayor energía de rotura al hormigón en masa (en el caso de las fibras estructurales, la contribución de estas puede ser considerada en el cálculo de la respuesta de la sección de hormigón).

Se considerará que las fibras no tienen función estructural, aquellas que sin considerar en el cálculo esta energía suponen una mejora ante determinadas propiedades como, por ejemplo, el control de la fisuración por retracción, incremento de la resistencia al fuego, abrasión, impacto y otros.

Este tipo de fibras aportan resistencias residuales a flexotracción superiores a las mínimas recomendadas en este **CodE-21**, por lo que se consideran fibras estructurales y se pueden adicionar tanto en hormigones en masa, armados o pretensados. El **CodE-21** considera MACRO FIBRAS aquellas cuyo diámetro sea mayor o igual a 0,30 mm.

Descripción de las Macro Fibra Pav-36

Las MACRO FIBRAS ESTRUCTURALES Pav-36 son macro fibras formadas por 100% polipropileno, empleadas para el refuerzo del hormigón, y en determinados casos para el reemplazo de las armaduras pasivas y las fibras metálicas.

Estas fibras además de mejorar la ductilidad del hormigón influyen de manera decisiva sobre otros parámetros de este, como:

- resistencia a la fisuración y fractura del hormigón de elementos prefabricados (paneles, tubos, etc.).
- las fibras estructurales frenan la propagación de fisuras, evitando el desprendimiento de elementos de la pieza de hormigón.
- resistencia al impacto.
- resistencia al fuego.

Los distintos tamaños de la fibra responden a una adaptación de estas a diferentes características del hormigón que se pretende fabricar (volumen de pasta, tamaño máximo de los áridos empleados, etc.), así como de la forma o geometría de la losa o pieza a fabricar.

Los campos de aplicación más comunes de estas fibras son:

- elementos prefabricados de poco espesor
- hormigón preparado: soleras, losas, pavimentos industriales y arquitectónicos.
- hormigón proyectado y hormigón de revestimiento (túneles).
- en general para todos aquellos hormigones que se quiera incrementar las propiedades a tracción, impacto y la capacidad de absorción de energía.

Este tipo de macro fibras permiten realizar pavimentos impresos, cepillados, pulidos, permeables como el CÉSPED ARMADO PAVIPRINT, etc. sin que se vean en la superficie, permitiendo perfectamente su buen acabado.

Propiedades Técnicas de la MACRO FIBRA Pav- 36:

- color: gris
- densidad: 0,91 gr/dm
- longitud: 36 mm
- diámetro: 0,63 mm
- módulo de Elasticidad: 5,1 GPa. ASTM D-790
- resistencia a la Tracción: 430 MPa. ASTN D-638.

Estas fibras disponen del **Certificado de Conformidad CE:**

Nº 1035-CPR-ES024048-K



Las propiedades técnicas de estas fibras se basan en la excelente interacción con la matriz del hormigón, al abrirse las mismas durante el amasado. Esta multiplicación de las fibras durante el preamasado aumenta la superficie de contacto con el hormigón.

Estas propiedades geométricas particulares de la fibra **PAVIPRINT Pav-36**, así como su composición han sido patentadas.

Características mecánicas y durabilidad

• Tenacidad y ductilidad

La **Macro Fibra Pav-36** aumenta los valores de tenacidad y ductilidad del hormigón. La ductilidad transmite al material la energía necesaria para mantenerlo unido después de la fisuración. Puede definirse como la capacidad de un material para deformarse pasado el límite de elasticidad sin que se produzca fisuración.

La tenacidad es la capacidad que posee el material para soportar la fisuración sin romperse. Generalmente se determina por la medida de la energía de rotura o bien mediante la energía residual a un determinado nivel de deformación.

• Equivalencia a la armadura metálica

La dosis equivalente de la macro fibra estructural para realizar el remplazo parcial o total de armaduras no activas, en este caso la malla electrosoldada o más comúnmente llamada "mallazo", irá en función de la cuantía geométrica de la armadura metálica calculada.

En base a estos valores, y teniendo en cuenta diferentes parámetros como el espesor de la losa, tipo y cantidad de acero por metro cuadrado, resistencia del hormigón, etc. es posible determinar una dosificación teórica de fibras que aporta un nivel de refuerzo suficiente como para soportar las cargas exigidas.

El ajuste de dosificaciones, para algunos casos, irá en función de los parámetros resistentes del proyecto, siendo recomendable para estos casos realizar unos ensayos previos.

En el caso de los pavimentos permeables de hormigón permeable bajo la técnica constructiva "**CéspedarmadoPaviprint®**", consulte las dosificaciones en la tabla de la guía de cargas de vehículos y su tabla de equivalencia de sustitución del refuerzo de malla electrosoldada por macro fibra estructural Pav-36. obtenida en base a ensayos y cálculos previos.

La correcta ejecución y puesta en obra del hormigón es fundamental para que así los cálculos teóricos sean fiables, **así como el proceso de curado** de este en sus edades tempranas; de esta forma podremos **garantizar la “durabilidad” del hormigón ejecutado.**

• Deformación bajo carga constante

El comportamiento del hormigón sometido a cargas constantes supone un factor de gran importancia en el diseño de hormigones reforzados con fibras. El factor principal es la capacidad de las fibras en soportar las cargas después de la fisuración.

No existe un ensayo normalizado para determinar esta resistencia después de la fisuración. Únicamente disponemos de algunas recomendaciones (BEFIM) y algunos estudios aislados sobre métodos de ensayo experimentales.

• Resistencia a los ciclos hielo/deshielo

En determinadas regiones, debido a los cambios bruscos de temperatura a lo largo del día, el hormigón debe ser reforzado con fibras sintéticas, para minimizar los efectos expansivos del agua capilar cuando pasa del estado líquido al estado sólido.

Las propiedades de la fibra **PAVIPRINT Pav-36** bajo condiciones de hielo-deshielo, así como la resistencia a la fragmentación han sido estudiadas mediante la norma de ensayo ASTM C672 y ASTM C666 (300 ciclos de inmersión para resistencia hielo/deshielo y 50 ciclos de inmersión para resistencia a la fragmentación).

En ambos casos se obtienen mejores resultados en aspectos de durabilidad para los hormigones reforzados con fibras sintéticas respecto a los hormigones sin fibras.

• Resistencia al impacto

La certificación de un gran número de productos prefabricados de hormigón requiere, por motivos de seguridad, que las piezas tengan la capacidad de mantenerse enteras en caso de recibir un impacto.

Esto es posible con las macro fibras **PAVIPRINT Pav-36**, que mejoran sensiblemente las prestaciones de resistencia al impacto de cualquier hormigón.

Recomendaciones de Uso

• Método de Dosificación

Hormigón Preparado: **PAVIPRINT Pav-36** se deben añadir durante el pesado de los áridos (báscula o cinta) o directamente a la amasadora o camión hormigonera. El tiempo de transporte, así como el amasado del camión facilitan la dispersión de las fibras en la matriz del hormigón.

Para el hormigón autocompactante: se recomienda introducir las fibras sobre los materiales secos, antes de adicionar el agua, a fin de maximizar la dispersión de las fibras en el hormigón.

Para el hormigón prefabricado: La introducción debe hacerse durante el mezclado en seco

• Puesta en obra y acabado del Hormigón

Las fibras no modifican la puesta en obra del hormigón. En hormigones secos de desmoldeo inmediato puede modificar la deformación del material, debiendo modificar los parámetros de vibro-compresión de la máquina. Todas las fibras **PAVIPRINT** son compatibles para todo tipo de aditivos para el hormigón.

Características del hormigón reforzado con fibras:

Tipificación de los hormigones según CodE-21: artículo 6- anejo 7.

Los hormigones reforzados con fibras (**HRF**) se tipificarán de acuerdo con el siguiente formato (lo que deberá reflejarse en los planos de proyecto y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del proyecto):

T – R / f-R3-R1 / C / TM-TF / A

T Indicativo que será HMF en el caso de hormigón en masa, HAF en el caso de hormigón armado y HPF en el caso de hormigón pretensado

R Resistencia característica a compresión especificada, en N/mm²

f Indicativo del tipo de fibras que será A en el caso de fibras de acero, P en el caso de fibras poliméricas y V en el caso de fibra de Vidrio

R3, R1 Resistencia característica residual a flexotracción especificada $f_{R,1}$, k y $f_{R,3}$, k, en N/mm²

C Letra inicial del tipo de consistencia, tal y como se define en 33.5 del CodE-21.

TM Tamaño máximo del árido en milímetros, definido en 30.3 del CE.

TF Longitud máxima de la fibra, en mm.

A Designación del ambiente, de acuerdo con 27.1 del CodE-21.

En cuanto a las resistencias residuales a flexotracción características especificadas, se recomienda utilizar la siguiente serie siempre que supere el valor mínimo exigido en 33.4:

1,0 – 1,5 – 2,0 – 2,5 – 3,0 – 3,5 – 4,0 – 4,5 – 5,0 –

En la cual las cifras indican las resistencias residuales a flexotracción características especificadas del hormigón a 28 días, expresada en N/mm².

Cuando las fibras no tengan función estructural los Indicativos R1 y R3 deberán sustituirse por:

“CR” en el caso fibras para control de retracción, “RF” en el caso de fibras para mejorar la resistencia al fuego y “O” en otros casos.

Por ejemplo, este sería la tipificación de un hormigón reforzado con fibras **(HRF)** estructurales **Pav-36 PAVIPRINT**:

HAF – 25 / P-1,5-2,0/ B / 20 -36/ XC2

Es decir, se trata de un hormigón:

- armado reforzado con Macro Fibras estructurales **(HAF)**
- de resistencia característica a compresión de 25 N/ mm² **(25)**
- armado con fibras poliméricas **(P)**, resistencia característica residual a flexotracción especificada $f_{R,3,k}$ y $f_{R,1,k}$ en N/mm² **(R3/R1)**.
- con consistencia blanda **(B)**
- árido de tamaño máximo 20 mm **(20)** y longitud de la fibra 36 mm **(36)**
- con una designación del ambiente según CodE-21, en este caso se ha considerado el ambiente **(XC2)** por ser el más común para la zona centro de la península, consultar para otras zonas geográficas y otros usos particulares.

Aplicación de garantía

Todo lo expuesto anteriormente no pasaría de ser una descripción detallada de técnicas y consejos para la aplicación de estas ARMADURAS POLIMERICAS en pavimentos, prefabricados o túneles de hormigón si no se hablara de la importancia capital que tiene la mano de obra para la correcta ejecución y terminación de estos.

Es imprescindible que los trabajos sean realizados por empresas especializadas, dotadas de personal técnico y mano de obra experta, que garanticen tanto las propiedades mecánicas como las estéticas. Sería lamentable que, por una mala aplicación, la gran variedad de sistemas de pavimentación que hoy día pueden aplicarse no presentara un buen acabado o bien tuvieran una vida media inferior a la esperada.

La combinación entre aplicadores experimentados y productos y sistemas garantizados dará como resultado pavimentos de hormigón de gran originalidad y belleza.

Esta información técnica, así como las recomendaciones relativas a la aplicación y uso final del producto, están dadas siempre de buena fe, son basadas en nuestro conocimiento y experiencia actual, cuando dentro de la vida útil de producto, son correctamente manipulados y aplicados, en situaciones estándar. En la práctica, las posibles diferencias en los materiales, soportes y condiciones reales en el lugar de aplicación son de tal diversidad, que no se puede deducir de la información del presente documento, ni de cualquier otra recomendación escrita, ni de consejo alguno ofrecido, ninguna garantía en términos de comercialización, o idoneidad para propósitos particulares, ni obligación alguna fuera de cualquier relación legal que pudiera existir, a excepción de deficiencias en la calidad de nuestros materiales originados por fallos de producción. Estas informaciones no son eximentes para que el comprador y/o aplicador y/o usuario final, determine si nuestra oferta, recomendación técnica o la calidad y características de nuestros productos, se ajustan a sus necesidades.

PAVIPRINT se reserva el derecho de actualizar las propiedades y especificaciones de los productos con el fin de mejorar nuestras recomendaciones y adaptarnos a la normativa vigente. Una nueva edición de este documento con fecha posterior anula la validez de su anterior versión.

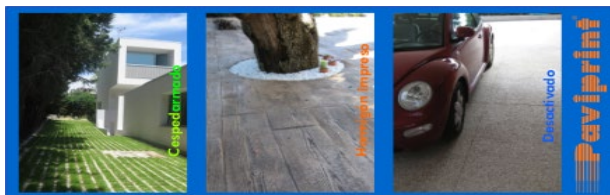
BIBLIOGRAFÍA:

- Código Estructural -Ministerio Transportes, Movilidad y Agenda Urbana e Industria- (2.021).
- Boletín técnico MACRO FIBRA P-36 PAVIPRINT (2025).

febrero – 2025



Productos Paviprint®



av. española, 29-viv. 5
28220 majadahonda
(madrid) España

tel. +34 91 634 42 24
fax. +34 91 634 11 69
e-mail. paviprint@paviprint.com
www.paviprint.com