



## MasterFiber

Soluciones alternativas para  
el refuerzo del hormigón





“Gracias a sus propiedades de anclaje superiores a la matriz de hormigón, MasterFiber de Master Builders Solutions nos ha permitido ahorrar tanto en tiempo de producción como en materiales”

**Abel Medel**, Project Manager de la empresa Uniblok, Toledo.



# MasterFiber: Tecnología de fibra polimérica avanzada

Uno de los desafíos clave al fabricar hormigón prefabricado es el refuerzo de acero. Resulta costoso de adquirir, y su formación y colocación requieren gran esfuerzo. Con sus macrofibras sintéticas, Master Builders Solutions ofrece una solución que ayuda a mejorar el control de la fisuración a la vez que reduce la cantidad de acero necesaria.

El hormigón reforzado es el material de construcción más utilizado. Pero el acero es pesado y difícil de manipular, y por tanto costoso. Así, Master Builders Solutions presenta una alternativa ligera pero resistente: MasterFiber, una macrofibra sintética estructural. Mezcladas en hormigón fresco, las fibras conforman una red interna y añaden propiedades superiores de resistencia a la tracción a los elementos de hormigón. El resultado es un control de fisuración mejorado y un hormigón más resistente.

Para hallar la mezcla perfecta de malla de acero y fibras, los expertos de Master Builders Solutions ofrecen un servicio integral que apoya a los clientes mediante cálculos estructurales y la instalación de equipos dosificadores. Con su gama MasterFiber, Master Builders Solutions ofrece una solución que cubre todos los campos de aplicación, desde pavimento y hormigón proyectado hasta elementos prefabricados e incluso reparación estructural.

## Sus beneficios, de un vistazo:



### 10% más de eficiencia en los procesos de producción\*:

la menor cantidad de acero necesaria ahorra tiempo de producción, dinero y energía.



### Ciclo de vida ampliado de las estructuras de hormigón:

sus propiedades de fijación superiores ayudan a controlar la fisuración del hormigón.



### Alternativa sostenible al refuerzo de acero:

se requiere menos refuerzo de acero, lo que reduce en un 20% las emisiones de CO<sub>2</sub>.



### Certificación, documentación e informes de ensayos:

certificado conforme a las normas europeas como Eurocode 2 o el Código Modelo para estructuras de hormigón.

\* Los valores citados hacen referencia a la parte de refuerzo y están basados en un estudio de hormigón prefabricado en la fábrica Uniblok en Toledo, España



## Soluciones alternativas para el refuerzo del hormigón

La adición de fibras estructurales en masa en el hormigón, mejora las prestaciones resistentes, tanto en las primeras edades como una vez endurecido. La fibra controla la fisuración por retracción plástica e hidráulica, y mejora la respuesta estructural tanto a tracción, flexión y cortante aportando una rotura dúctil. A su vez se mejora la resistencia a fatiga e impacto, con gran capacidad de absorción de impacto, así como mejor resistencia en caso de fuego. Estas mejoras se consiguen con una tecnología de fibras poliméricas de distintas naturalezas, completamente libre de corrosión, no magnética, y 100% resistente a los álcalis.

La dispersión y distribución tridimensional de la fibra garantiza la homogeneidad y continuidad de las prestaciones resistentes, con un cosido en toda la masa, sin la existencia de planos débiles. Debido a la específica elasticidad del polímero, se consigue una muy alta compatibilidad y adherencia entre el hormigón y la fibra en todas las etapas de endurecimiento del hormigón. Esta configuración, permite en el caso de sustituciones parciales (manteniendo barras de acero) disponer de recubrimientos muy durables, con menor ancho de fisura y por ello minimizar la entrada de agentes agresivos (CO<sub>2</sub>, cloruros). Esta contribución adicional permite el diseño de elementos sin armadura, o la realización de sustituciones parciales (eliminando armados secundarios).

En ambos casos se consiguen ventajas económicas por la durabilidad muy elevada del elemento, la rapidez de conformado, el ahorro en materiales y el aligeramiento del peso (ahorros en transporte).

Nuestro know-how de la química del hormigón nos permite diseñar la mezcla aunando una perfecta puesta en obra (bombeo, proyección, etc) con una máxima respuesta estructural.



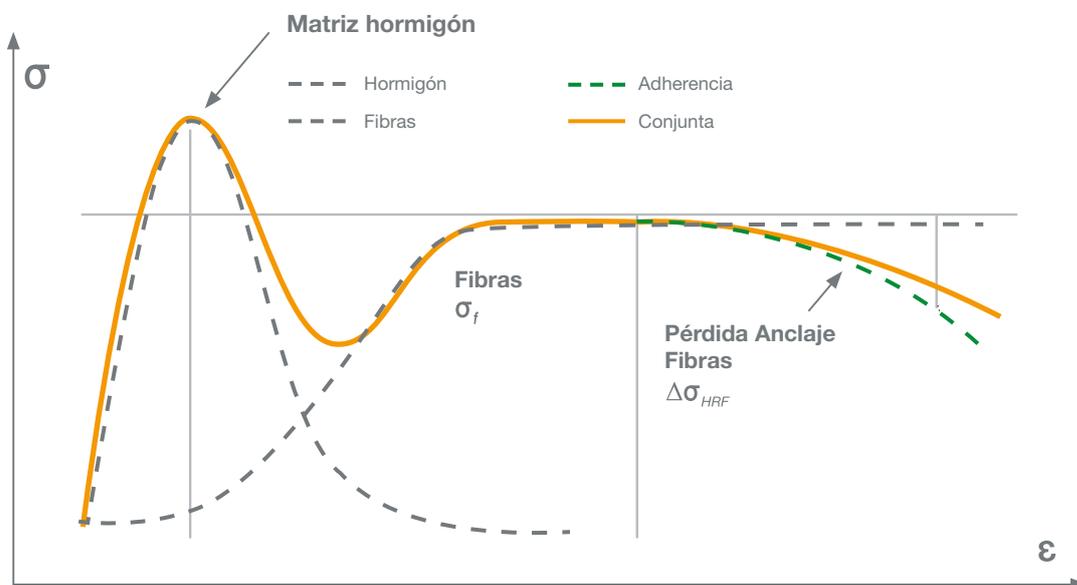
MasterFiber 248 – dosificación

MasterFiber 248





Gráfico de carga a flexión



Rendimiento estructural mejorado:



Control de compresión



Resistencia a impactos  
y fatiga mejorada



Resistencia al fuego mejorada



Mayor libertad de diseño



# Del Concepto a la Solución Tangible: Como diseñar con hormigón fibro-reforzado

## Concepto

1

### Recogida de datos

Para poder evaluar una sustitución total o parcial del armado se necesitan conocer todos los parámetros influyentes sobre el comportamiento estructural del elemento como por ejemplo, dimensiones, cargas actuantes y tipo de material.

2

### Evaluación respuesta estructural

Una vez determinados los esfuerzos resultantes de las cargas que actúan sobre el elemento, se debe definir las prestaciones mecánicas de la sección del material a emplear mediante las diferentes metodologías disponibles en función de la aplicación.

3

### Definición y caracterización del material

La dosificación de fibras a emplear en un hormigón fibro-reforzado será función de las características a flexo-tracción requeridas y debe evaluarse su influencia sobre la trabajabilidad del material. La caracterización del material mediante la normativa aplicable a cada aplicación permitirá conocer sus prestaciones mecánicas en las cuales se ha basado el diseño del refuerzo.

## Solución Tangible

### Visión en cascada





# Normativa. Test

## Evaluación Seccional

La normativa vigente para el diseño estructural se basa fundamentalmente en:

- Eurocódigo 2. Aplicable en Europa
- Model Code 10. Aplicable globalmente

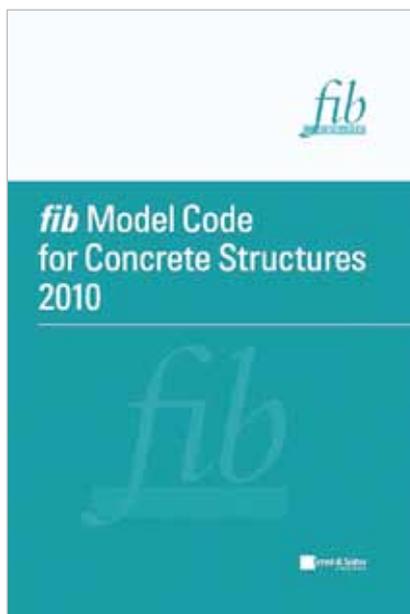
En esta normativa y guía de diseño se define la forma de considerar la contribución del hormigón fibro-reforzado a flexión, cortante y punzonamiento, basándose en los valores de resistencias residuales del hormigón en ELS y ELU (fR1 – fR3)

## Evaluación sostenimiento del terreno

La contribución de la fibra en el hormigón proyectado se rige mediante la indicación del diagrama de Barton, mediante la cual se evalúa la capacidad del mismo como material para el sostenimiento del terreno.



Eurocódigo 2. Aplicable en Europa



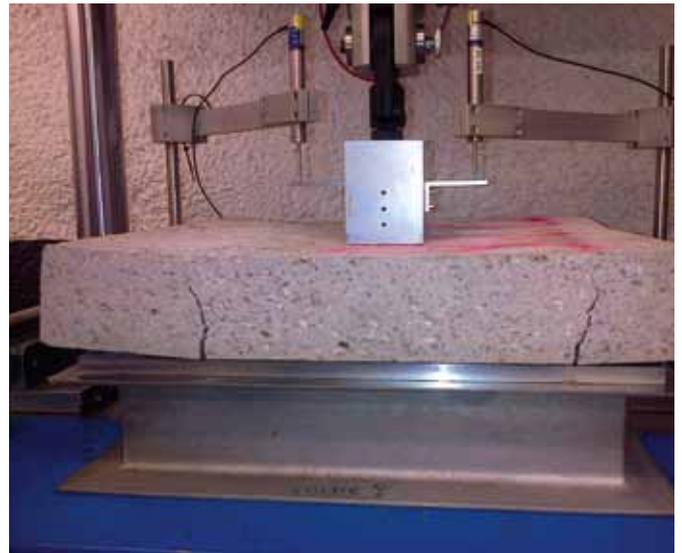
Model Code para estructuras de hormigón – FIB 2010



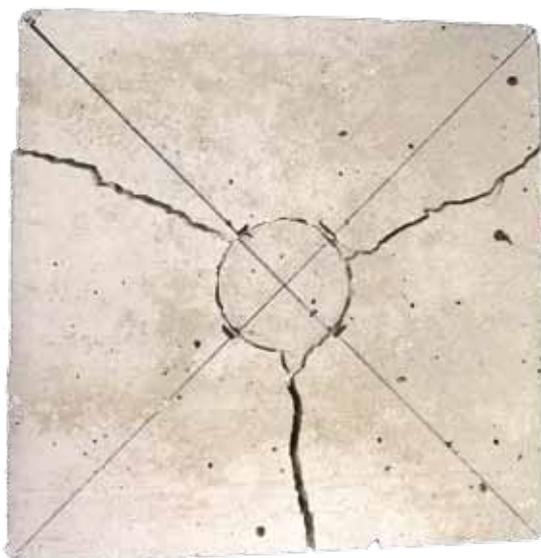
## Ensayos con MasterFiber



UNE-EN 14651:2007



UNE-EN 14468-5



Ensayo Barcelona\*

### Resistencia residual

La determinación de los valores de resistencias residuales\* (fR1 – fR3) se realiza mediante los siguientes ensayos:

- UNE-EN 14651:2007
- Ensayo Barcelona

### Absorción de energía

La evaluación de la contribución estructural de un hormigón proyectado reforzado con fibra a altas deformaciones se determina mediante el ensayo:

- UNE-EN 14488-5.

\* Ensayos realizables en el laboratorio de Basf Construction Solutions.

Abel Medel, director técnico de Uniblok y José María Vaquero, Director Desarrollo Fibras Europa, BASF disfrutan de una relación basada en la confianza y la



## Beneficios Económicos

El empleo de fibras poliméricas permite que la fabricación de elementos de hormigón sea más eficiente desde el punto de vista económico. Esta mayor eficiencia es consecuencia de la mejora en diferentes aspectos influyentes en el coste del material:

- **Puesta en obra:** la puesta en obra y la fabricación de elementos de hormigón fibro-reforzado requiere un requerimiento menor de recursos que empleando un hormigón armado convencional, puesto que se pueden reducir y/o evitar costes como el bombeo del hormigón (pavimentación), mano de obra de confección de armadura, llenado de moldes más rápido, menor número de elementos rechazados por roturas en proceso de desmoldeo.
- **Dimensionamiento del refuerzo más preciso:** los diámetros de acero disponibles no permiten realizar un refuerzo ajustado a las necesidades definidas en el dimensionamiento estructural y en gran parte de los casos hay un sobredimensionamiento del refuerzo de acero, haciendo que la estructura o el elemento sea menos eficiente. Mediante el empleo de fibras se puede alcanzar el refuerzo estrictamente requerido ajustando la dosificación de las mismas, consiguiendo una solución más eficaz desde el punto de vista de la sostenibilidad y de la economía del proceso productivo.
- **Material más económico:** para alcanzar unas prestaciones mecánicas similares, el empleo de las fibras estructurales MasterFiber supone un coste menor que empleando fibras metálicas. Suponiendo, por lo tanto, un beneficio directo.
- **Mayor flexibilidad productiva:** el empleo de fibras permite que el proceso productivo sea más flexible debido a la simplificación de la tipología y la complejidad de las armaduras empleadas.





## Beneficios económicos



Puesta en obra



Dimensionamiento del refuerzo más preciso



Material más económico

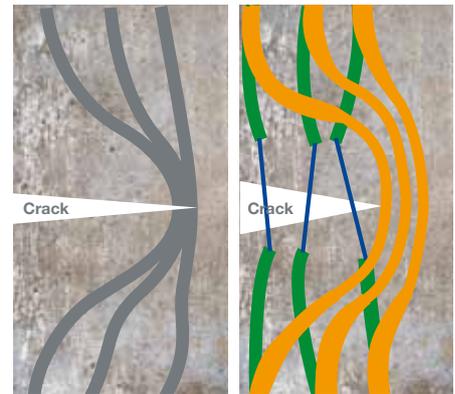


Mayor flexibilidad productiva



# Durabilidad Mejorada

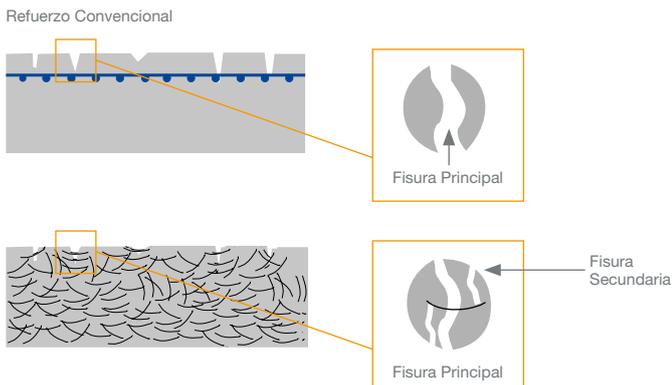
La durabilidad y el ciclo de vida de las estructuras son criterios cada vez más relevantes en su diseño, debido a los costes de mantenimiento, reparación, afectación al uso, así como sostenibilidad. En base a estos criterios, la adición de fibra estructural mejora la durabilidad del hormigón al ser ésta inerte a la corrosión, y al reducir en todas las edades la fisuración, tanto plástica como la originada por las cargas en servicio. Su empleo combinado en sustituciones parciales (con barras de acero) permite conseguir recubrimientos compactos, sólidos y libres de fisuras (incluso para grandes recubrimientos exigidos en norma para 100 años de vida útil). La respuesta en servicio del FRC es mejor frente a un hormigón estándar, al conseguirse una mayor redistribución de las fisuras, reduciéndose el ancho y de este modo la difusión de los agentes agresivos. El empleo de las fibras en tuberías, alcantarillado, puertos, depuradoras, canales, puentes incrementa la vida útil de las mismas.



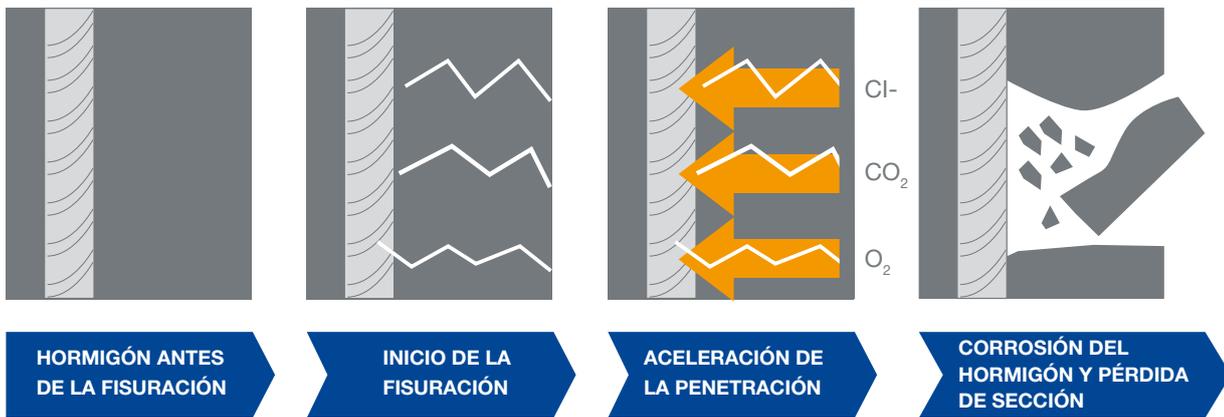
- Resistencia a la tracción de la matriz de hormigón
- Resistencia a la tracción de las fibras
- Resistencia a la tracción del hormigón reforzado con fibras

## Fibras – Redistribución de fisuras

1. El uso de fibras de PP controla el ancho de fisuras debido a su capacidad para crear fisuras secundarias (redistribución de tensiones).
2. Debido a que el módulo elástico de las fibras de PP está más cercano al módulo elástico del hormigón no endurecido, las hace una solución más adecuada que el refuerzo de acero tradicional.
3. Las fibras de PP no pueden oxidarse.



### Refuerzo de acero convencional







## Beneficios Sostenibles Cuantificados

Debido a la creciente importancia de la sostenibilidad, los ingenieros se ven obligados a hacer mayores esfuerzos por reducir el contenido de dióxido de carbono en las estructuras que diseñan. El impacto que tiene el hormigón sobre el nivel de sostenibilidad de una construcción es importante y, por este motivo, la aportación de las macrofibras sintéticas de la gama MasterFiber como refuerzo alternativo tiene una influencia positiva en términos de uso de materiales convencionales como el acero.

El fabricante de hormigón prefabricado Uniblok (una compañía de Velatía en Toledo, España) logra unos extraordinarios resultados sostenibles con su hormigón al mezclarlo con MasterFiber. La tabla muestra una comparación del CO<sub>2</sub> emitido a la atmósfera en función del refuerzo utilizado en el hormigón.

### Compruebe los datos:

10 %

#### Más eficiencia en el proceso de producción\*

La cantidad de acero necesaria se limita al nivel técnico óptimo, ya que la sección de mallazo existente y las fibras de PP se complementan y contribuyen a incrementar el comportamiento a tracción del hormigón, al tiempo que reducen el ancho de fisura, ahorrando de este modo acero – y, por tanto, tiempo y dinero – además de energía.

#### Menos de acero \*

Se necesita hasta un 20 % menos de acero para proporcionar el refuerzo requerido y mejorar el comportamiento frente a la fisuración.

20 %

21 %

#### Menos de potencial de calentamiento global (GWP)\*

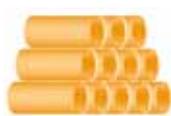
El menor peso de acero reduce significativamente las emisiones de CO<sub>2</sub>, observándose ventajas similares para otras categorías de impacto medioambiental, como el potencial de creación de ozono fotoquímico (POCP), el potencial de acidificación (AP) y el agotamiento total de recursos, todos ellos reducidos entre un 20 % y un 25 %.

\*Los valores citados hacen referencia a la parte de refuerzo y están basados en un estudio de hormigón prefabricado en la fábrica Uniblok en Toledo, España



## Áreas de aplicación

### Prefabricado



Durabilidad, eficiencia, economía, seguridad de uso, flexibilidad, sostenibilidad son, entre otros, aspectos que cada vez cobran más relevancia en el sector del hormigón prefabricado y respecto a éstos, el hormigón reforzado presenta unas mejores prestaciones que el hormigón convencional, haciendo de éste una solución altamente apropiada. Desde el punto de vista del diseño, el uso de hormigones fibro-reforzados permite realizar elementos sin la limitación de la disposición de armados, admitiendo una mayor libertad en el diseño y como consecuencia ampliar las oportunidades en el mercado de este sector.

### Hormigón preparado



Una de las principales aplicaciones de los hormigones reforzados con fibras (HRF) son los pavimentos y soleras industriales. Éstas son particularmente sensibles a la aparición de fisuras, y si bien este tipo de defectos es casi inevitable en estructuras de hormigón, las fibras dan lugar a mejoras substanciales en la vida en servicio de este elemento. Por otra parte, las propiedades mecánicas de las fibras poliméricas permiten el reemplazo tanto del armado convencional como de las fibras metálicas, que presentan como limitaciones una menor durabilidad y una menor eficiencia desde el punto de vista mecánico/económico.

### Reparación



Los criterios de diseño bajo criterios durables son muy recientes. Por ello numerosas estructuras están agotando su vida útil y requieren trabajos de reparación y/o refuerzo, mediante encamisados y recrecidos. Dichos trabajos se realizan en escenarios complejos: con estructuras en uso, trabajos subacuáticos o a gran altura, etc. Por ello la eliminación total o parcial de armados facilita los trabajos y, a su vez, mejora la calidad del trabajo. En ambientes con fuerte presencia de cloruros, la eliminación de los armados secundarios y la garantía del control de la fisuración, permite la realización de reparaciones más durables.

### Construcción subterránea



En el campo del hormigón proyectado reforzado con fibra, el principal requerimiento es mantener cierto nivel de ductilidad en condiciones de alta deformación. Con este requerimiento, la gama de fibras MasterFiber permite mejorar el comportamiento estructural de este material debido a dos razones:

- Capacidad de redistribución de esfuerzos debido a la formación de una red tridimensional de fibras.
- Capacidad de anclaje entre matriz y fibra y capacidad de elongamiento de la macrofibra.



**MasterFiber 248**  
Autovía B-40, Barcelona



**MasterFiber 246**  
Pavimento industrial, Madrid



**MasterFiber 249**  
Hormigón prefabricado. Uniblock, Toledo



## Dirige tu Proyecto con BIM

**BIM (Building Information Modeling) es una metodología de trabajo colaborativa para la gestión de proyectos de edificación u obra civil a través de una maqueta digital.** Esta maqueta digital conforma una gran base de datos que permite gestionar los elementos que forman parte de la infraestructura durante todo el ciclo de vida de la misma.

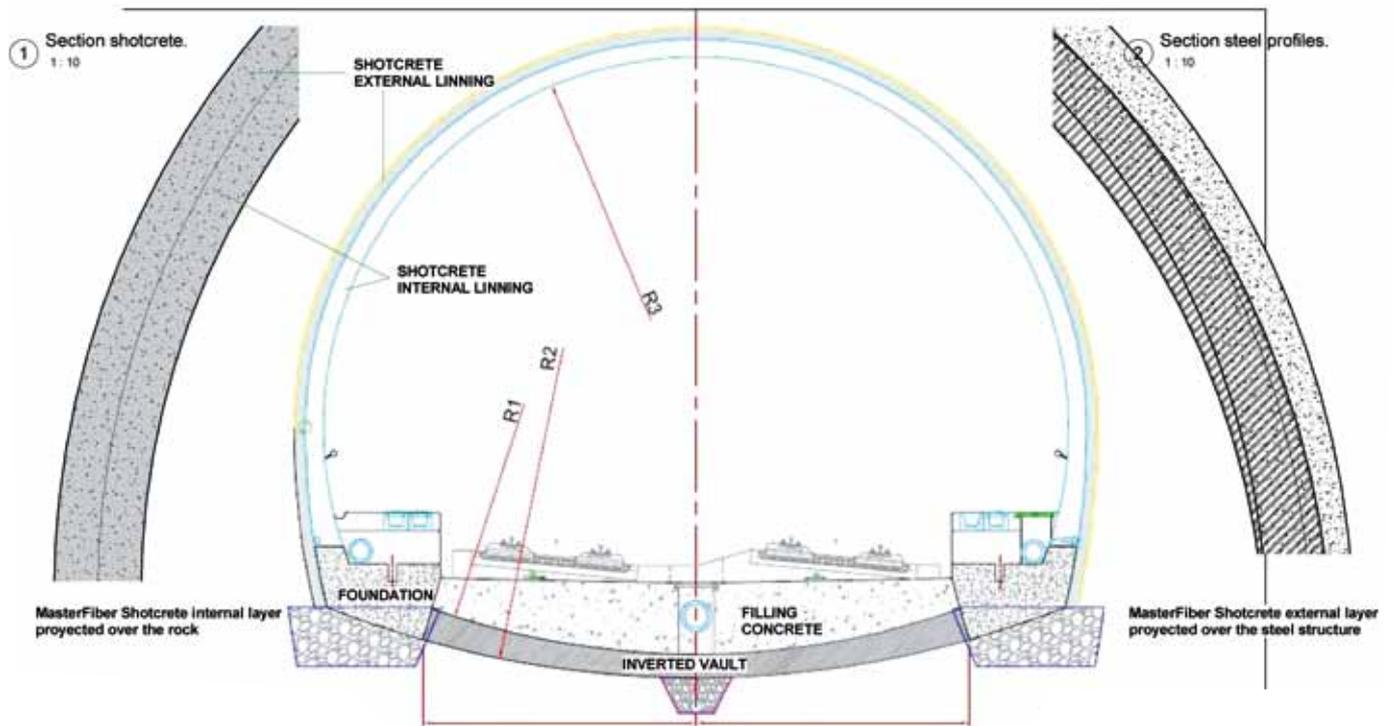
La metodología BIM (Building Information Modeling) está suponiendo una verdadera revolución tecnológica para la cadena de producción y gestión de la edificación y las infraestructuras. Lo más importante, BIM tiene el potencial de permitir que la información contenida en el modelo pueda ser transformada en formatos utilizables por los operadores de las infraestructuras permitiendo que tanto la explotación como el mantenimiento se realice de manera eficiente.

Así, más allá de modelar elementos meramente geométricos, las diferentes entidades BIM que conforman el proyecto contienen también información referente a las características de los materiales utilizados en el diseño. Esta información puede ser utilizada en estudios globales de la estructura, en los que se introducen conceptos como eficiencia energética, sostenibilidad, reutilización... y evaluar así el impacto de la estructura, edificio o construcción a lo largo de su ciclo de vida.

En este sentido, BASF ha apostado por la creación de modelos BIM de diversas aplicaciones del hormigón fibroreforzado, tales como pavimentos y soleras, paneles de cerramiento de fachada, tubos y colectores, capas de compresión en forjados, hormigón proyectado en túneles, recrecidos seccionales



**Representación hormigón fibro-reforzado en formato BIM object.**





# Guía Selección MasterFiber

Aplicación	Microfibra Polipropileno	Mesofibras de PVA	Macrofibras Polipropileno			Fibras de acero		
	MasterFiber 022	MasterFiber 400/401	MasterFiber 246	MasterFiber 248	MasterFiber 249	MasterFiber 502	MasterFiber 503	MasterFiber 482
Longitud (mm)	12	18/12	40	48	48	50	35	13
Diámetro (µm)	31–35	160	750	850	850	1000	750	200
Resistencia a Tracción (MPa)	–	790–1160	400–450	> 400	> 400	> 1000	1200	> 3100
Módulo de Elasticidad (GPa)	–	30	4	> 6	> 6	–	–	190
Dosis Recomendada (kg/m³)	0,6–0,9	8–25	3–10	3–10	3–10	15–45	15–45	10–30



Aplicación		Microfibra Polipropileno	Mesofibras de PVA	Macrofibras Polipropileno			Fibras de acero		
		MasterFiber 022	MasterFiber 400/401	MasterFiber 246	MasterFiber 248	MasterFiber 249	MasterFiber 502	MasterFiber 503	MasterFiber 482
Pavimento	Residencial	●		●	●		●		
	Comercial	●		●	●		●		
	Industrial	●		●	●		●		
	Recreado	●			●		●		
Construcción Subterránea	Gunita	●			●			●	
	Taludes	●			●			●	
Prefabricado UHPC	Paneles	●	●			●			●
	Nichos	●	●			●			●
	Arquetas	●	●			●			●
	Casetas	●	●			●			●



## Master Builders Solutions ofrece un pack de solución completo



### Apoyo para el cálculo estructural:

Servicio de informe de dimensionamiento estructural para cada aplicación.

### Caracterización del hormigón:

Servicio de caracterización del FRC (valores  $fR_1 - fR_3$ ).

### Asistencia para la especificación técnica:

Apoyo en oficinas y agencias de ingeniería acerca del hormigón reforzado con fibra.

### Equipos dosificadores de fibra:

Disponibilidad de equipos de dosificación para garantizar una buena distribución de la fibra.

### Apoyo para el diseño de la mezcla:

el diseño de la mezcla de hormigón se adapta para integrar las fibras sin deteriorar la trabajabilidad.



# Master Builders Solutions de BASF

La marca Master Builders Solutions reúne toda la experiencia y el conocimiento de BASF para crear soluciones químicas para la construcción de obra nueva y para el mantenimiento, reparación y renovación de estructuras ya existentes. Master Builders Solutions nace y crece a partir de la experiencia obtenida a lo largo de más de un siglo en el sector de la construcción.

La manera de hacer y la experiencia de la comunidad de expertos global en construcción de BASF, forman el núcleo de Master Builders Solutions. Y con las adecuadas combinaciones de los productos de nuestro portfolio, podemos solventar todos vuestros retos específicos en la construcción.

Colaboramos en todas las áreas y zonas de especialización y para eso nos valemos de nuestra experiencia demostrada en diferentes proyectos que hemos llevado a cabo alrededor del mundo.

Aprovechamos la tecnología global de BASF, así como nuestro conocimiento en las necesidades locales de la construcción, para desarrollar innovaciones que ayuden a hacer que podáis tener más éxito e impulsar una construcción sostenible.

## Nuestro portfolio completo

- Aditivos del hormigón.
- Aditivos para cemento.
- Soluciones químicas para la construcción subterránea.
- Soluciones para la impermeabilización.
- Sellantes / Selladores.
- Soluciones para la reparación y la protección del hormigón.
- Grouts.
- Soluciones para pavimentos.
- Productos para colocación de cerámica.





# Master Builders Solutions de BASF para la Industria de la Construcción

## MasterAir

Soluciones completas para hormigón con aire incorporado

## MasterBrace

Soluciones de refuerzo del hormigón

## MasterCast

Soluciones para la industria de productos de hormigón prefabricado

## MasterCem

Soluciones para la fabricación de cemento

## MasterEase

Baja viscosidad para hormigón alto rendimiento

## MasterEmaco

Soluciones para la reparación de hormigón

## MasterFinish

Soluciones para el tratamiento de encofrados

## MasterFlow

Soluciones para grouts de precisión

## MasterFiber

Soluciones integrales para hormigón reforzado con fibra

## MasterGlenium

Soluciones para hiperfluidificantes para hormigón

## MasterInject

Soluciones para la inyección de hormigón

## MasterKure

Soluciones para el curado de hormigón

## MasterLife

Solucion para una mayor durabilidad

## MasterMatrix

Soluciones avanzadas controladoras de la reología del hormigón autocompactante

## MasterPel

Soluciones para hormigón impermeable

## MasterPolyheed

Soluciones para hormigón de alto rendimiento

## MasterPozzolith

Soluciones para la reducción de agua en el hormigón

## MasterProtect

Soluciones para la protección del hormigón

## MasterRheobuild

Soluciones para superfluidificantes para hormigón

## MasterRoc

Soluciones para construcción subterránea

## MasterSeal

Soluciones para impermeabilización y sellado

## MasterSet

Soluciones para el control de hidratación del cemento

## MasterSure

Soluciones para el control de trabajabilidad

## MasterTile

Soluciones para colocación de cerámica

## MasterTop

Soluciones para pavimentos industriales y comerciales

## Master X-Seed

Soluciones avanzadas de aceleradores de para hormigón prefabricado

## Ucrete

Soluciones para pavimentos en ambientes agresivos



## QUANTIFIED SUSTAINABLE BENEFITS ADVANCED CHEMISTRY BY MASTER BUILDERS SOLUTIONS

Deje que los números hablen: Hemos plasmado algunas de nuestras soluciones más eco – eficientes para el hormigón prefabricado y su producción, para la construcción, la ingeniería civil y los pavimentos.

[sustainability.master-builders-solutions.basf.com](https://sustainability.master-builders-solutions.basf.com)



### BASF Construction Chemicals España, S.L.

Carretera del Mig, 219

08907 L'Hospitalet de Llobregat • Barcelona

T +34 (0)93 261 61 00 • F +34 (0)93 261 62 19

basf-cc@basf-cc.es

[www.master-builders-solutions.basf.es](http://www.master-builders-solutions.basf.es)

Los datos contenidos en esta publicación se basan en nuestros conocimientos y experiencias actuales. No constituyen un contrato de calidad de los productos y, en vista de los muchos factores que puede afectar el procesamiento y aplicación de nuestros productos, no exime a los usuarios de la responsabilidad de llevar a cabo sus propias investigaciones y pruebas. La responsabilidad sobre la calidad de los productos se basa únicamente en los datos de la ficha técnica. Las descripciones, diagramas, fotografías, datos, proporciones, pesos, etc que figuran en esta publicación pueden cambiar sin información previa. Es responsabilidad del receptor de nuestros productos asegurar que se respetan los derechos de propiedad y las leyes y normativas en vigor (10/2017)

® = marca registrada de grupo BASF en muchos países.

EEBE1747