BEKAERT

better together

PAVIMENTOS ARMADOS CON FIBRAS METALICAS

Dramix®

FIBRAS DE ACERO PARA HORMIGON

IECA

INSTITUTO ESPAÑOL DEL CEMENTO Y SUS APLICACIONES

Ramon Badell – Zaragoza - 18 de mayo 2016

BEKAERT

better together

Reforzando el futuro

REFORZAR EL HORMIGON

PROPIEDADES DEL HORMIGÓN

- **VENTAJAS**
  - BUENA RESISTENCIA A COMPRESIÓN
  - FACILMENTE MOLDEABLE, SE ADAPTA A CASI CUALQUIER FORMA

- **INCONVENIENTES**
  - BAJA RESISTENCIA A FLEXIÓN
  - GRAN FRAGILIDAD
  - BAJA CAPACIDAD PARA ABORBER ENERGÍA

- **CONCLUSIÓN**
  - NECESIDAD DE REFUERZO

TIPOS DE FIBRAS UTILIZADAS CON EL HORMIGÓN

- **METÁLICAS**
  - ACERO DE BAJO CARBONO (%C < 0,25) - Dramix® 3D
  - ACERO DE MEDIANO CARBONO (0,25 < %C < 0,55) - Dramix® 4D
  - ACERO DE ALTO CARBONO (0,55 < %C < 2) - Dramix® 5D

- **NATURALES**
  - AMIANTO
  - CELULOSA
  - CARBON

- **SINTÉTICAS**
  - NYLON
  - POLIPROPILENO (macro y micro sintéticas)
  - POLIACRILATO NITRILO
  - POLIVINIL ALCOHOL

FIBRAS METALICAS

- Las fibras de acero son las que más se emplean en el refuerzo de hormigones por ser más eficaces y económicas.

- El acero posee un módulo de elasticidad de **210.000 Mpa** muy superior al del hormigón: 30.000 Mpa.

- Las fibras de acero tienen:
  - buena adherencia a la matriz de hormigón
  - alto alargamiento de rotura
  - son fáciles de mezclar (dosificaciones de 20 a 100 kg/m³)

PRIMERAS APLICACIONES

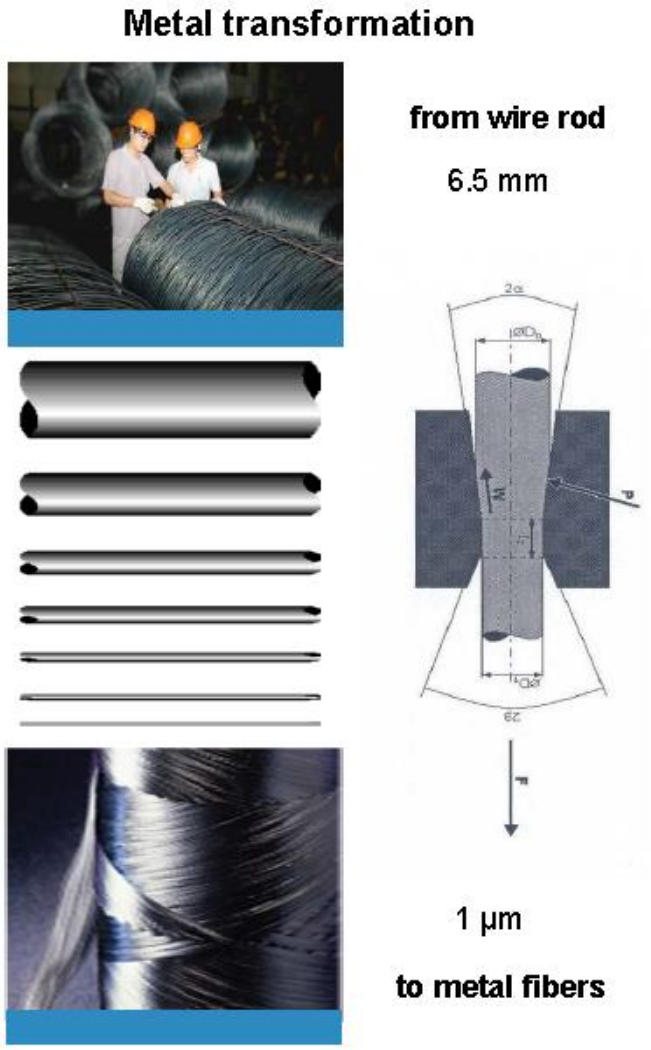
- Patentadas en 1874
- Primeras aplicaciones en campos de aviación durante la Primera Guerra Mundial
- Fibras con extremos en gancho, patentadas en 1970
- 1973 primeras aplicaciones en EEUU para tableros de puentes
- Presentes en España desde los años 80:
  - Ronda de Dalt en Barcelona
  - Base Militar Cerro Muriano – Pavimento especial para carros de combate
  - Terminal de contenedores puerto de Algeciras.
  - Aeropuerto de Son San Juan en Mallorca.
- Primeros cálculos realizados por el Profesor Doctor Ingeniero D. Manuel Fernández Cánovas, del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad Politécnica de Madrid.

CLASIFICACIÓN SEGÚN EHE 2008

- **PRODUCCIÓN**
  - TREFILADAS TIPO I
  - LAMINADAS TIPO II
  - RASPADAS TIPO III
  - FUNDICIÓN TIPO IV

- **PRESENTACIÓN**
  - SUELTAS
  - ENCOLADAS EN PEINES

FIBRAS DE ACERO TREFILADO (TIPO I)



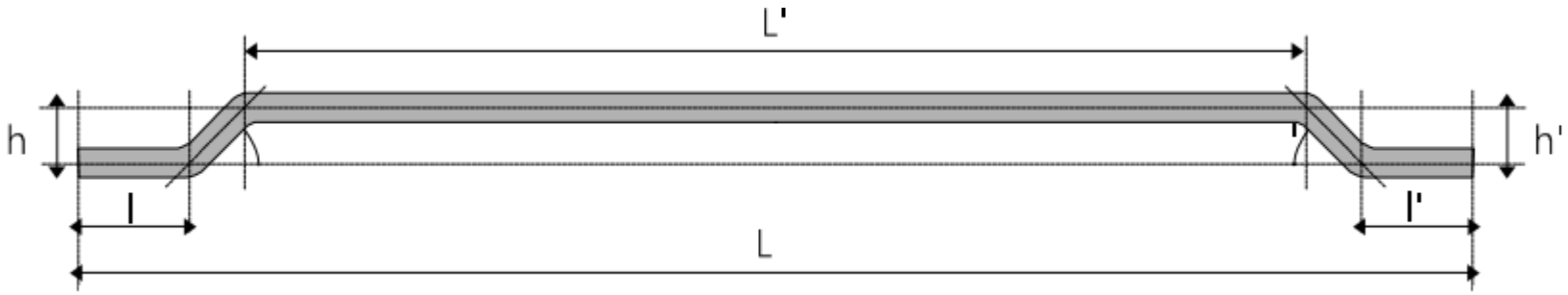
- Trefilado del acero
- Partiendo del alambrón de 6,5 mm de diámetro
- Se llega a diámetros de 1 µm
- El acero trefilado aumenta su resistencia a la tracción de 550 Mpa hasta > 1.250 Mpa en función del diámetro final.

FIBRAS DE ACERO PARA HORMIGONES

- Fabricadas a partir de **alambre trefilado de acero** con un elevado límite elástico (1.100-2.500 Mpa), permiten sustituir por completo el armado tradicional a base de mallazos y acero corrugado.
- Por las propiedades que confieren al hormigón, las fibras de acero constituyen una **armadura** muy efectiva en la realización de pavimentos, losas y en muchas de las aplicaciones del hormigón proyectado.
- El Hormigón Reforzado con Fibras de Acero (HRFA) es un material compuesto con unas ventajas y propiedades específicas de las que se podrá beneficiar notablemente en comparación con los métodos tradicionales de armado.

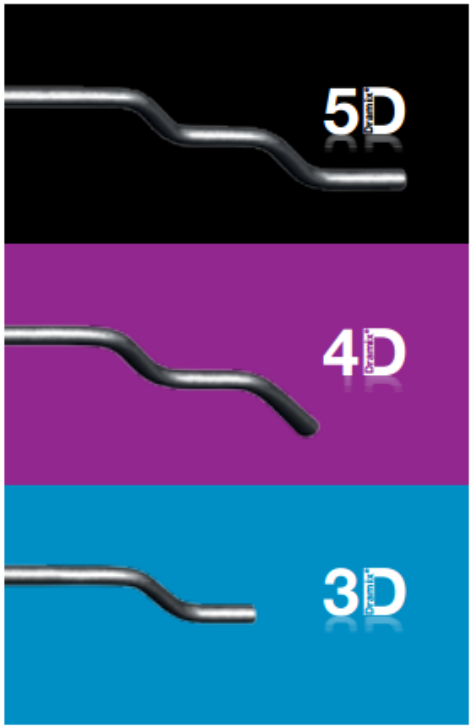
EL PARAMETRO MÁS IMPORTANTE PARA DEFINIR LAS PRESTACIONESDE LAS FIBRAS ES LA

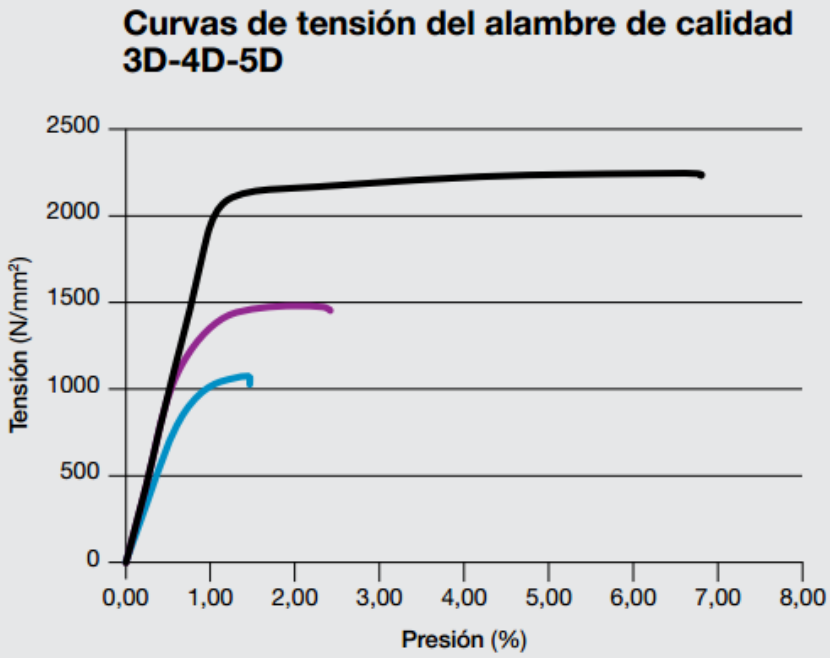
ESBELTEZ o RATIO: L/d



- **L = longitud: 30 – 60 mm**
- **d = diámetro: 0,55 – 1,05 mm**
- **Resistencia tracción: 1.100 / 2.500 Mpa**
- **La adherencia fibra-matriz aumenta con la esbeltez.**

TIPOLOGIA DE LOS ANCLAJES





La resistencia a la tracción de las series 5D, 4D y 3D ofrece diferentes niveles de rendimiento en las diferentes aplicaciones. La serie 5D combina una resistencia a la tracción extrema con una capacidad de alargamiento muy específica, proporcionando unos niveles de ductilidad nunca vistos..

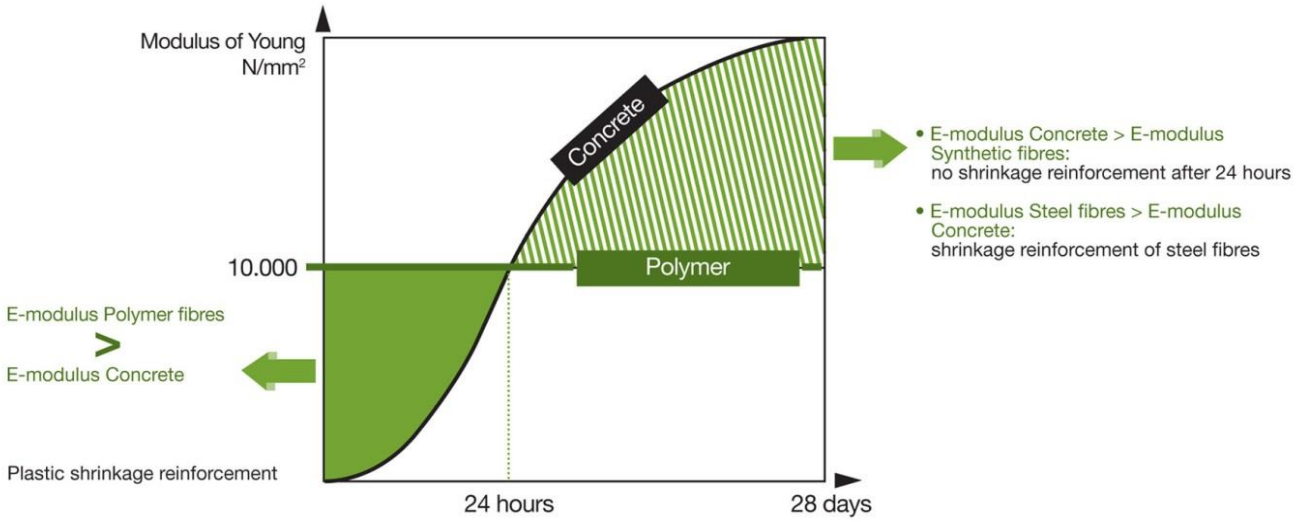
Las propriedades de los materiales

Material	Steel Mesh / Steel fibre	Micro / Macro Polymer Fibre Extruded polypropylene / polyethylene
Typical length of fibres	30-60 mm	**micro:** 6 - 20 mm **macro:** 30 – 65 mm
Typical diameter of fibres	0.5 – 1.0 mm	**micro:** 0.015 – 0.030 mm **macro:** 0.5 – 1.0 mm
Young's Modulus	210 000 MPa	3 000 – 10 000 MPa
Tensile strength	500 – 2 000 MPa	200 – 600 MPa
Density	7 850 kg/m3	910 kg/m^3
Melting Point (°C)	1500°C	165°C does not reinforce
Creep behaviour in tension (Tg glastransition temperature)	+370°C	- 20°C

El modulo de Young influye en la capacidad de refuerzo

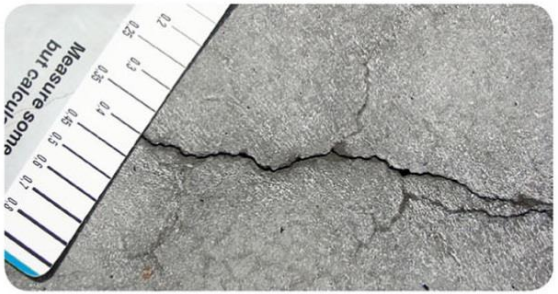
Material	Young's Modulus
Concrete	+/- 30 GPa
Micro synthetic fibres	+/- 4 GPa
Macro synthetic fibres	3-10 GPa
Steel fibres	210 GPa

"In a composite material such as fibre concrete, a reinforcement effect can only be obtained when the reinforcing fibre has a higher Young's modulus than the base material."



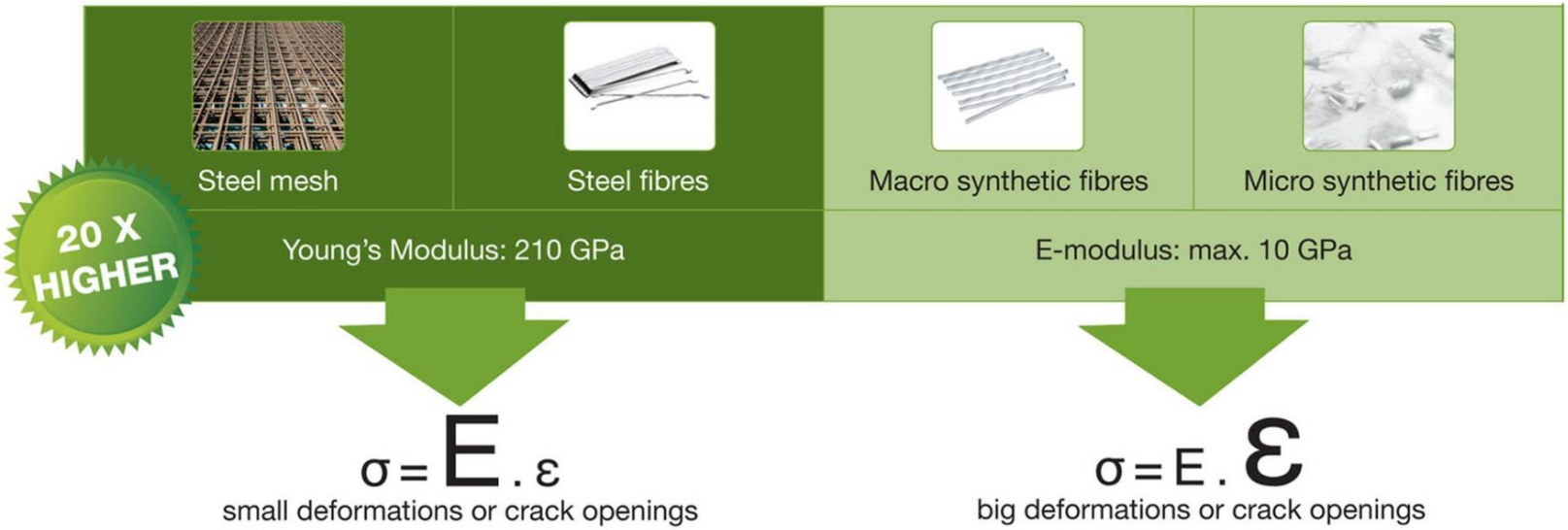
Control de la fisuración del hormigón

"The Young's Modulus of a fibre is responsible for the crack control. The higher the Young's Modulus, the better the control of the cracks in terms of crack length and crack opening."



$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

E = Young's Modulus
ε = deformation ≒ crack opening



La fibra adecuada para cada uso

	Dramix® Steel fibres	Synmix® macro synthetic fibres	Duomix® Micro synthetic fibres
Plastic shrinkage reinforcement			✓
Anti-spalling aid at fire			✓
Non load bearing reinforcements Precast: Handling and transportation reinforcement Flooring: Temperature and shrinkage reinforcement	✓	✓	
Temporary linings (such as in mines) allowing large deformations	✓	✓	
Crack controlling reinforcement	✓		
Structural reinforcements	✓		
Heavy impact	✓		
Fatigue	✓		

PROPIEDADES DE LOS HRF

- **DUCTILIDAD**: Es el grado de deformación plástica que puede ser soportada hasta la fractura. La ductilidad es la propiedad opuesta a la fragilidad, que es un cuando un material no acepta ninguna deformación plástica.

- **RESISTENCIA A FLEXIÓN**: Importante aumento de la resistencia a flexión: Se incrementa hasta un 100%

- **INCREMENTO DE LA TENACIDAD** (Energía necesaria para la ruptura completa del material): 40 veces mayor

- **CONTROL DE FISURAS**: Menor fisuración. Fisuras más pequeñas.

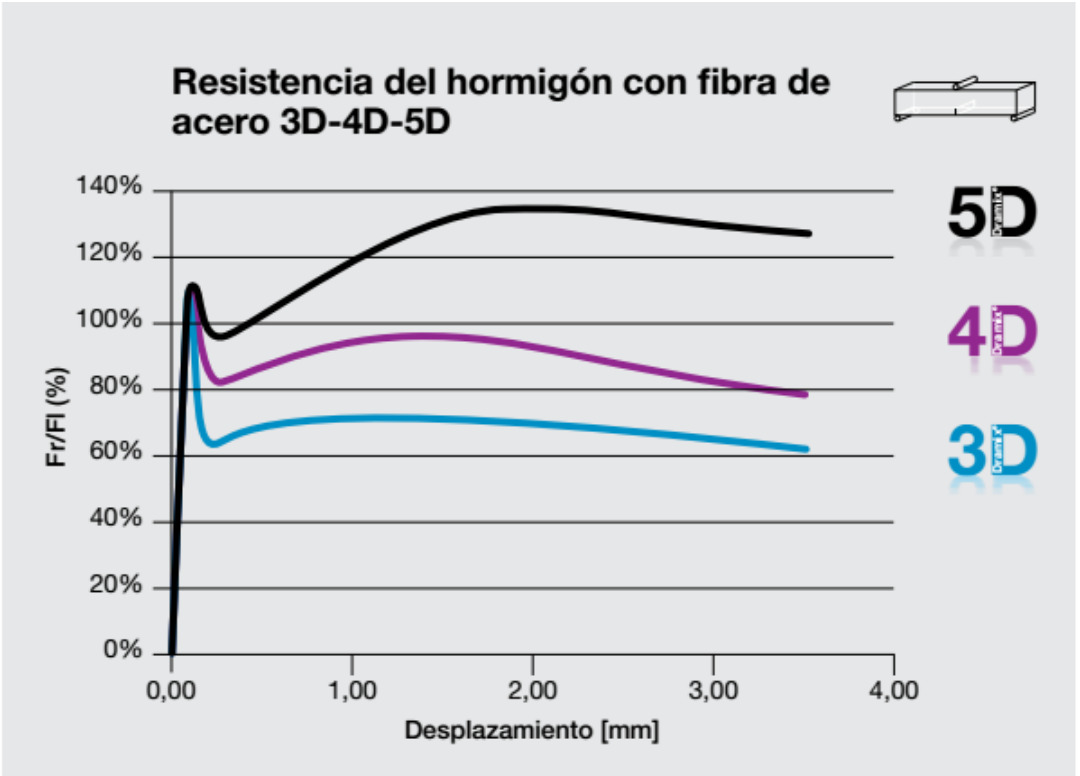
- **DURABILIDAD**: Mayor durabilidad, resistencia a la fatiga (de 5 a 10 veces más). Resistencia al impacto (hasta 100 veces más.)

RESISTENCIA DEL HORMIGÓN CON FIBRAS

Resistencia del hormigón con fibra de acero

La ductilidad y la resistencia a la postfisura del hormigón con fibra de acero están determinadas por aspectos muy diferentes, incluyendo la composición del hormigón, la longitud de la fibra y el aspecto relación l/d. También es un factor importante en el rendimiento la combinación equilibrada del diseño de anclaje, la resistencia del alambre y la ductilidad del alambre.

Todas las fibras de acero Dramix® están diseñadas para proporcionar el rendimiento óptimo en las diferentes aplicaciones: 3D para uso común, 4D para superficies duraderas y herméticas a líquidos y 5D para las aplicaciones estructurales más exigentes. Los niveles más recientes de rendimiento alcanzados que hasta ahora sólo se podían conseguir con el refuerzo tradicional.

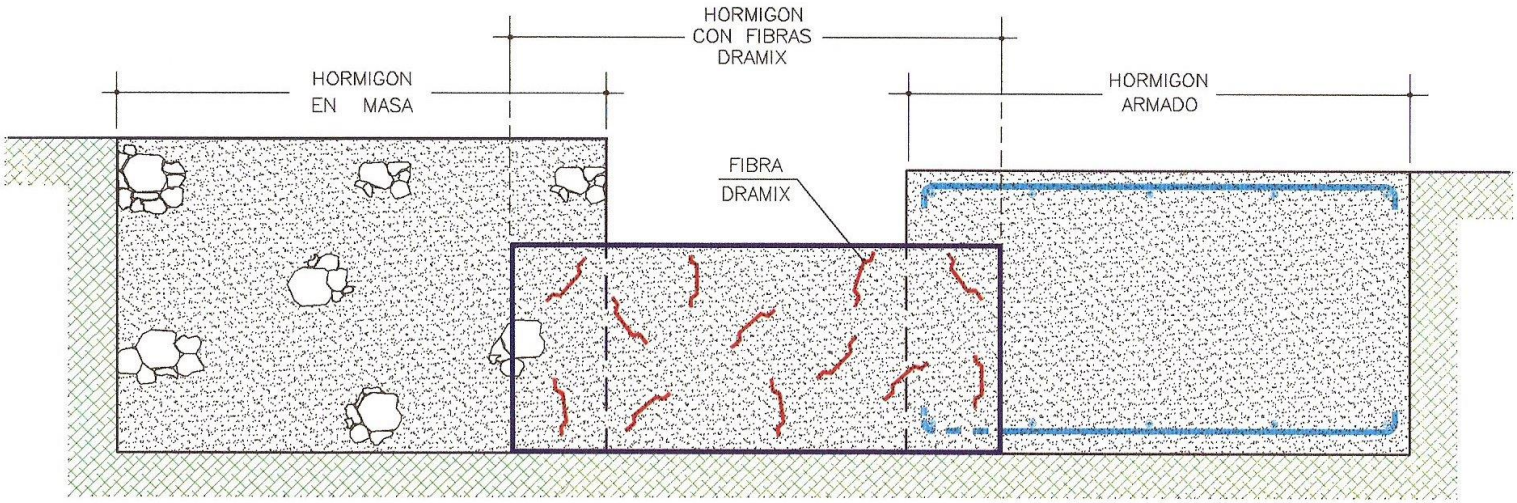


Las diferentes series Dramix® se han diseñado para ofrecer la resistencia óptima del hormigón en las diferentes aplicaciones. El nivel de rendimiento de la serie 5D sólo se creía posible con los métodos de refuerzo tradicionales.

HORMIGONES REFORZADOS CON FIBRAS

HORMIGONES ó GUNITAS CON FIBRAS DE ACERO

BEKAERT



• PAVIMENTOS	> ESPESOR < (Reduccion espesor) (20%—30 %)	• TUNELES
• SOLERAS	< FLEXOTRACCION > (20%—250%)	• TALUDES
• TUBOS SIN ARMAR	>> DEFORMACION BAJO CARGAS MANTENIDAS <	• TUBOS ARMADOS
• CANALES	<<< RESIST. IMPACTO CHOQUE (1 a 100 veces)>>>	• DOVELAS
• ALIVIADEROS DE PRESAS.	<<< RESIST., FATIGA DINAMICA (5 a 10 veces)>>	• PANTANALES
	<< RESIST. DESGASTE >> (2 a 5 veces)	• PILOTES
	<< DURABILIDAD >>	• CANALES

Distribución homogenea

Refuerzo tridimensional

VENTAJAS DE LOS HRFA

- Fáciles y rápidos de aplicar.
- Sustitución del mallazo, eliminando los riesgos de una mala colocación
- Aseguran un refuerzo homogéneo y tridimensional más eficaz
- Mejora el comportamiento y estabilidad de las juntas.
- Se puede realizar el vertido del hormigón directamente desde el camión hormigonera. Si fuera necesario se puede bombear.
- De fácil integración en el hormigón, tanto en planta como a pie de obra.
- Permite la utilización de extendedoras láser.
- Economía. En la mayoría de los casos, para la realización de pavimentos de hormigón, supone un importante ahorro de materiales y de tiempo

VENTAJAS DE LAS FIBRAS ENCOLADAS FRENTE A LAS SUELTAS

- **MAYOR FACILIDAD DE MEZCLAR CON EL HORMIGÓN**
  - NO SE FORMAN PELOTAS O ERIZOS
  - SE PUEDE DOSIFICAR EN CANTIDADES DESDE 20 KG/M³ HASTA 120 KG/M³

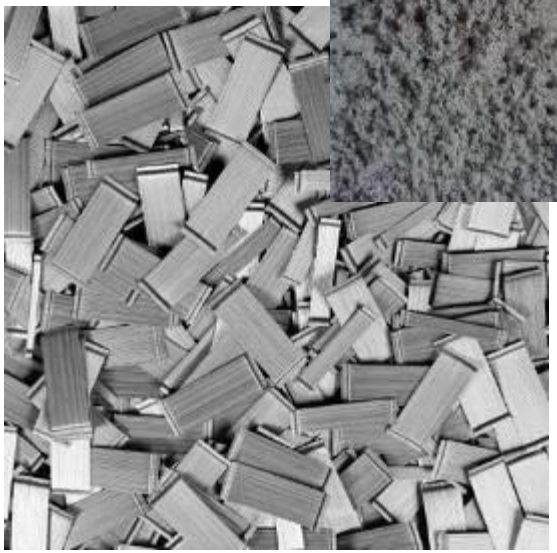
- **MEJOR DISTRIBUCIÓN DENTRO DE LA MATRIZ DEL HORMIGÓN**
  - LAS FIBRAS ENCOLADAS SE INCORCOPARAN FACILMENTE AL HORMIGÓN DE MANERA HOMOGENEA Y TIPSOTROPICA
  - AL SER DE DIÁMETROS MÁS FINOS HAY MÁS FIBRAS POR KG
  - MENOR DISTANCIA ENTRE FIBRAS DENTRO DE LA RED VIRTUAL QUE SE FORMA EN LA MATRIZ DEL HORMIGÓN
  - MENOR DISPERSION DENTRO DEL HORMIGÓN, IGUALDAD DE CONCENTRACIÓN DE FIBRAS: MAS PRESTACIONES

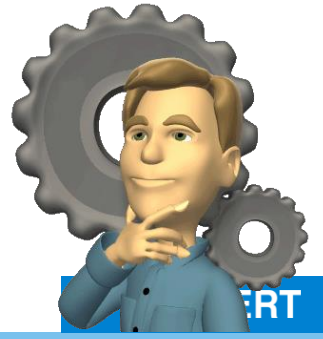
FORMACION DE ERIZOS – FIBRAS SUELTAS

Las fibras sueltas, en dosificaciones superiores a 30 kg/m3 tienden a formar erizos, y a tener una alta dispersión de fibras

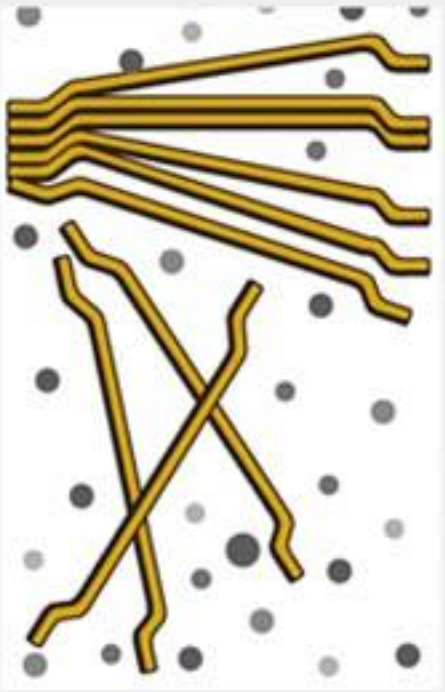
Fibras de Acero

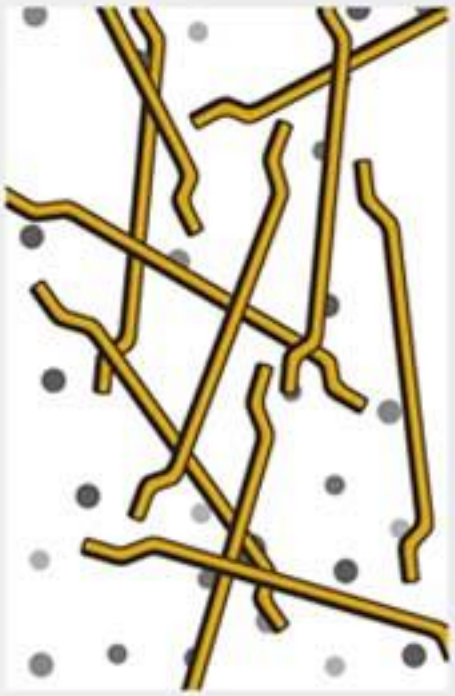
- Fibras encoladas sobre las fibras sueltas
  - ✔ Para un mezclado rápido y fácil.
  - ✔ Dispersión homogénea de las fibras.





INGENIERÍA DE CALIDAD EN TECNOLOGÍA PARA FIBRAS DE ACERO

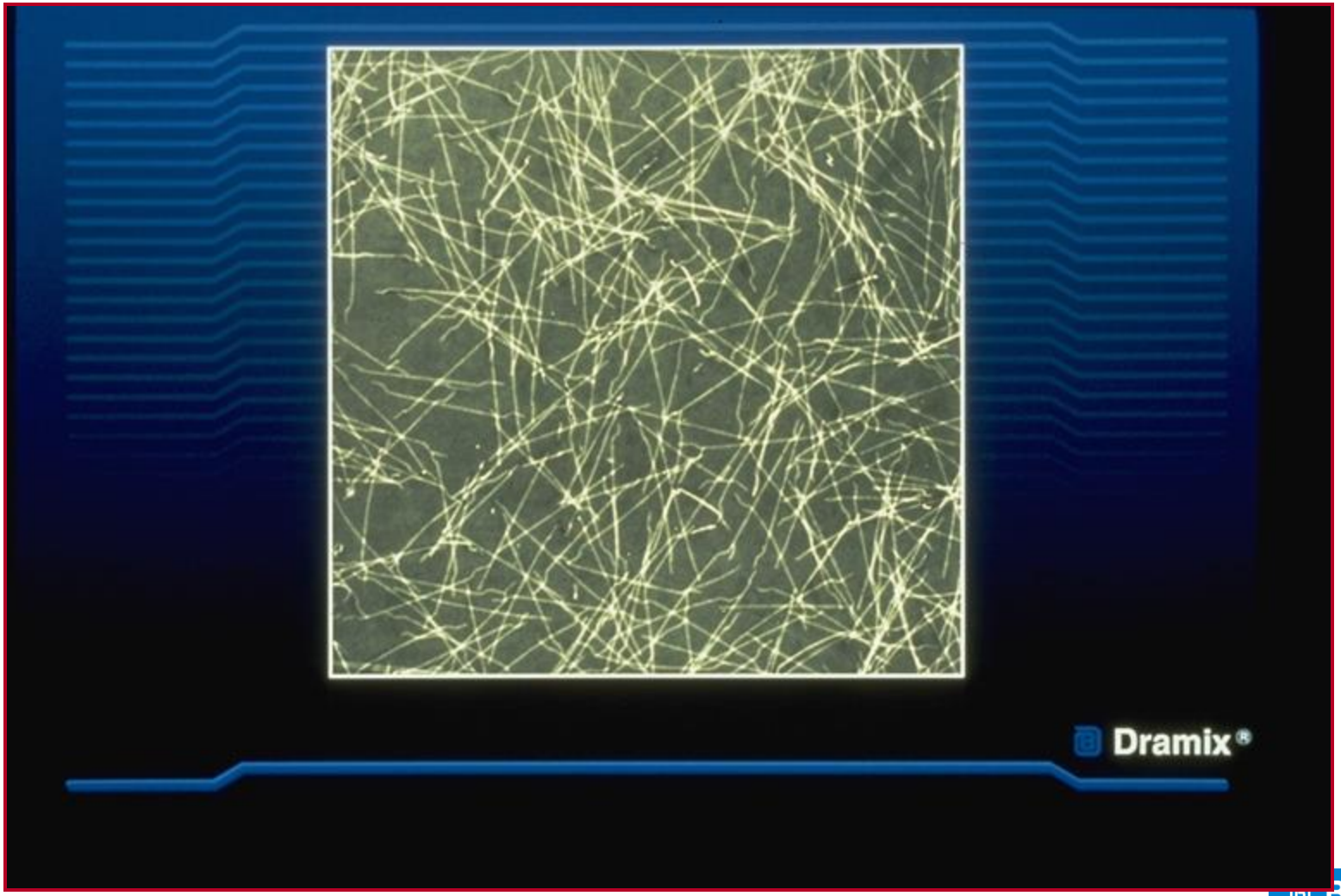




FACIL MEZCLADO

- Las fibras de acero Dramix® son encoladas en paquetes, que permiten a las fibras con una alta relación de esbeltez (l/d) que al ser mezcladas, sea con facilidad y de manera uniforme en toda la matriz del hormigón

FIBRAS ENCOLADAS MEZCLA HOMOGENEA



Las prestaciones serán mayores cuando:

- Mayor sea su ratio o esbeltez: L/d
- El diámetro de las fibras sea **menor** ya que este determina la longitud de la red dentro de la matriz: cuanto más fino sea el diámetro más densidad tendrá la red
- Mayor sea la resistencia a la tracción del hilo de acero (normalmente será $\geq$ 1.000 Mpa).
- La calidad del anclaje permite que la resistencia a tracción de la fibra sea siempre superior a la resistencia al arranque. Anclaje en gancho, anclaje simple (3D), anclaje doble (4D) o anclaje triple (5D).
- Longitud mínima de las fibras $\geq$ 2,5 veces el diámetro del árido.

Comparación entre fibras con diverso Ratio L/d:

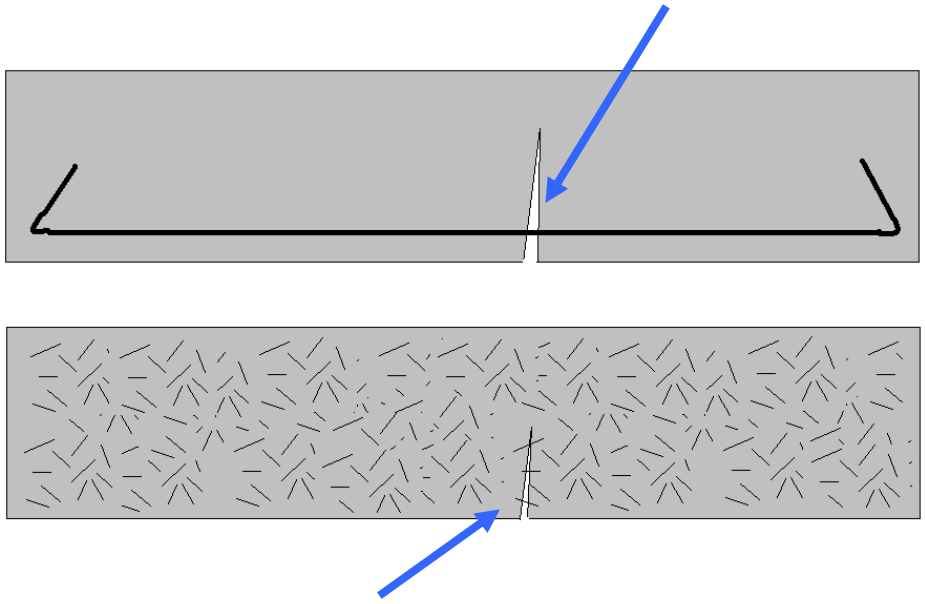
Longitud 60 mm	Longitud 60 mm
Diámetro 1,00 mm	Diámetro 0,75 mm
Relación L/d = 60	Relación L/d = 80
2.600 fibras/kg	**4.600 fibras/kg**

+ 75% de fibras/kg!

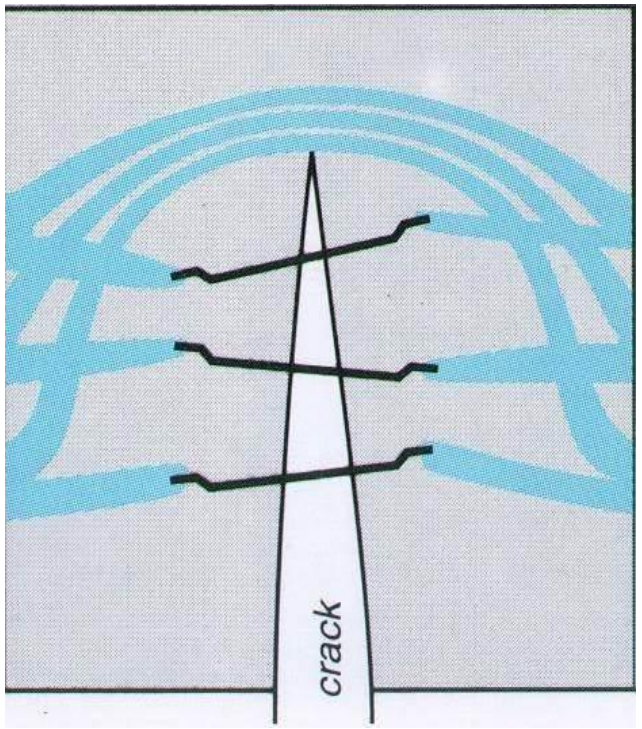
BEKAERT
better together

EFECTO DE LAS FIBRAS EN LAS FISURAS

Abertura de fisuras: 0.3-0.5 mm



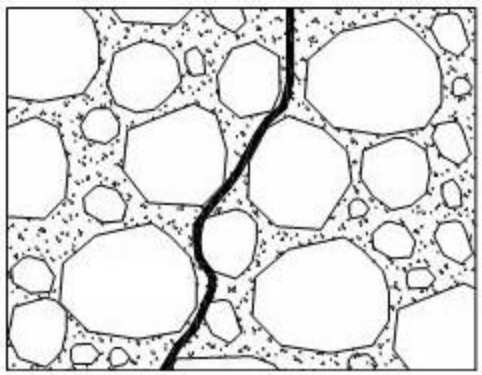
0.1 mm se puede garantizar

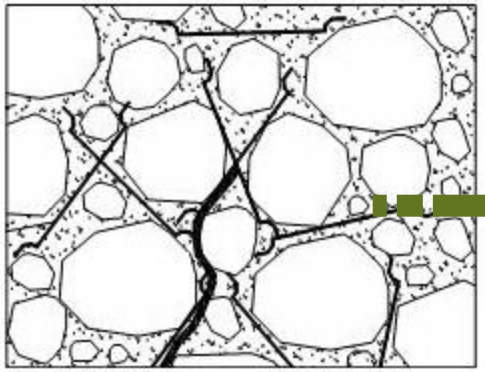


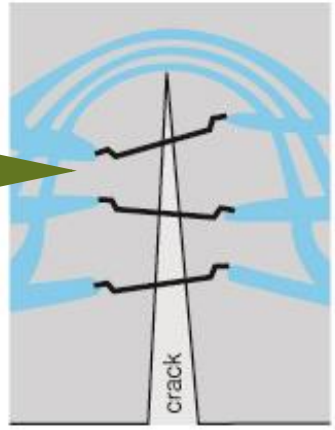
Las fibras de acero previenen que la fisura se abra mas transfiriendo la tension a través de la fisura.

Las fibras son mas numerosas y se ponen en tensión mas rapidamente, se generan mas fisuras pero de abertura menor.

Control eficaz de la fisuración

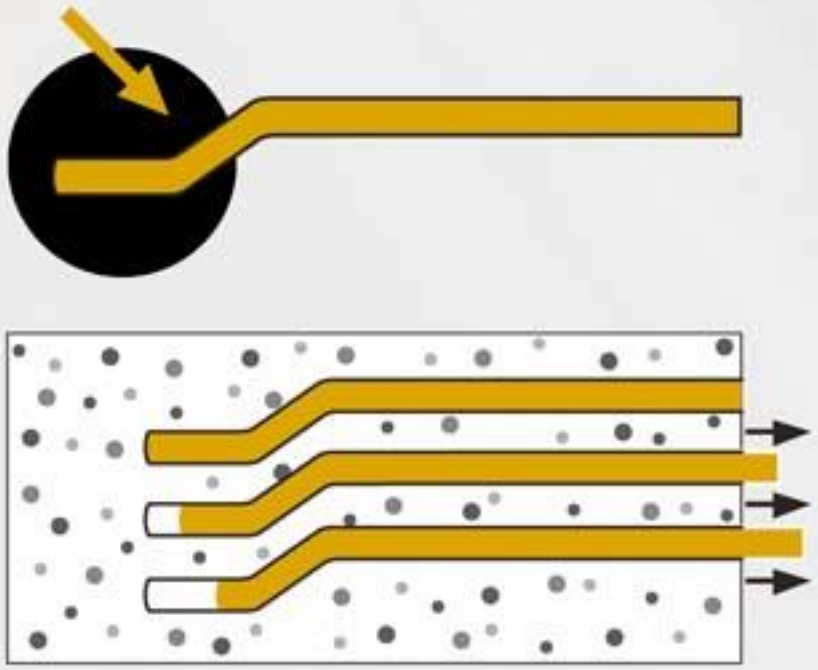






- ✓ Más cantidad (nº. fibre/kg) y buena distribución = buena tenacidad del hormigón.
- ✓ La buena tenacidad mejora el comportamiento debido al gradiente térmico y la retracción.
- ✓ Alta resistencia a tracción ≥1100MPa y buen anclaje.
- ✓ Redistribución de las cargas y limita la porpagación de fisuras.

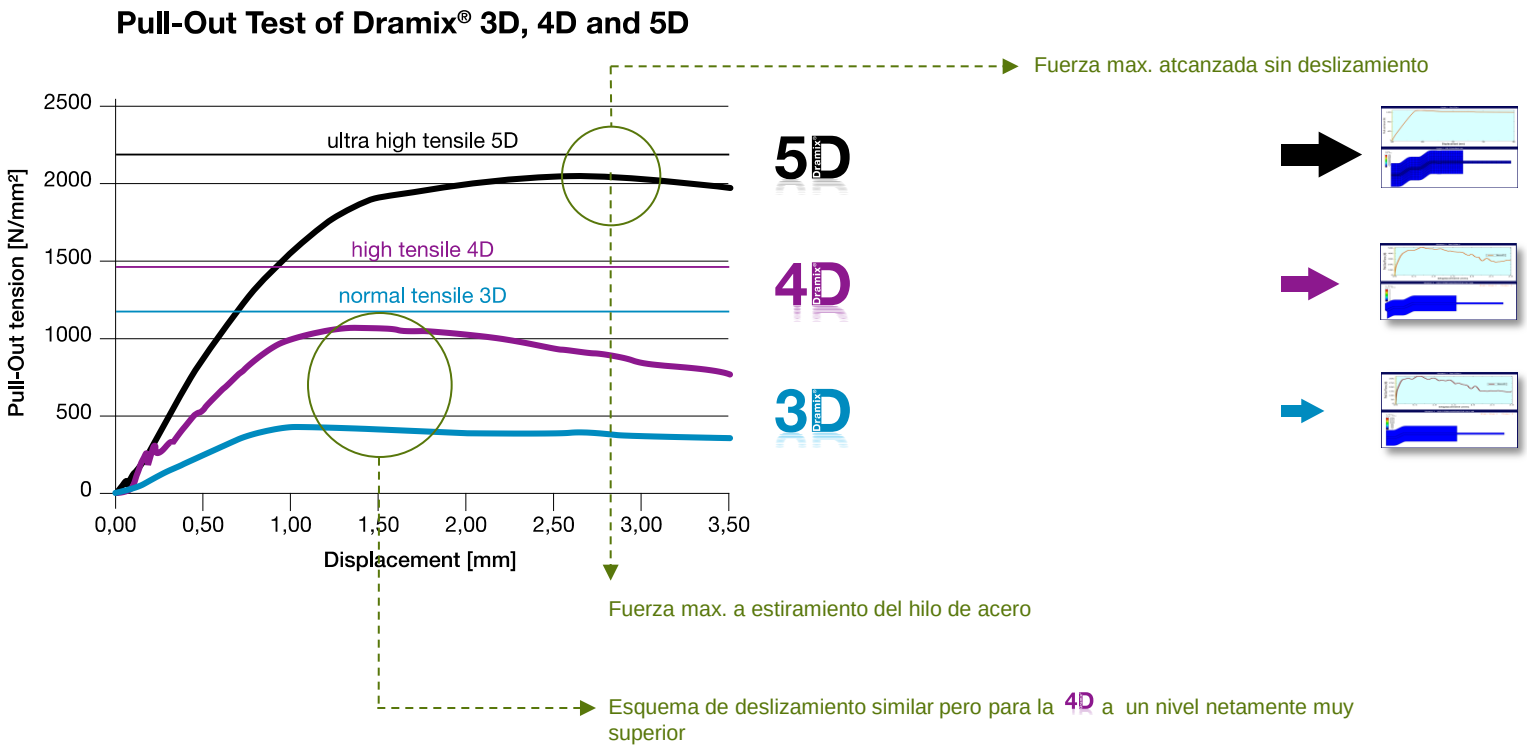
INGENIERÍA DE CALIDAD EN TECNOLOGÍA PARA FIBRAS DE ACERO



PULL-OUT
RESISTENCIA
OPTIMA

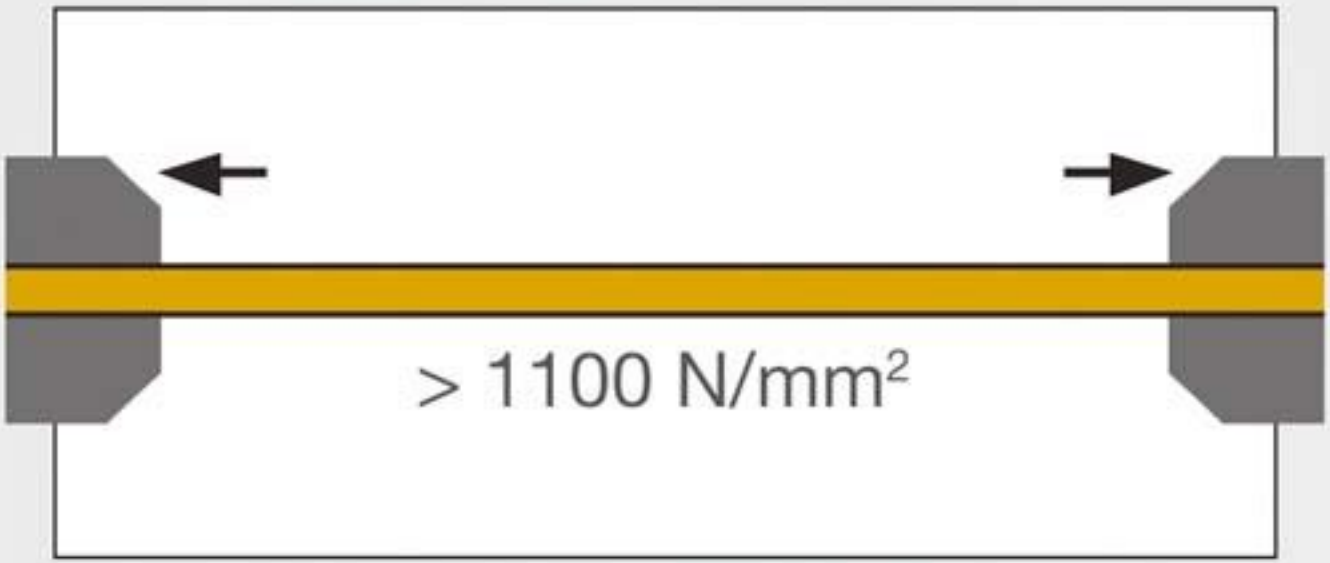
- Las fibras de acero Dramix® con extremos en forma de gancho que permiten un mejor anclaje y control de pull-out .

PULL-OUT TEST



*Comparación entre una 3D – 4D – 5D con la misma longitus y mismo diámetro

INGENIERÍA DE CALIDAD EN TECNOLOGÍA PARA FIBRAS DE ACERO

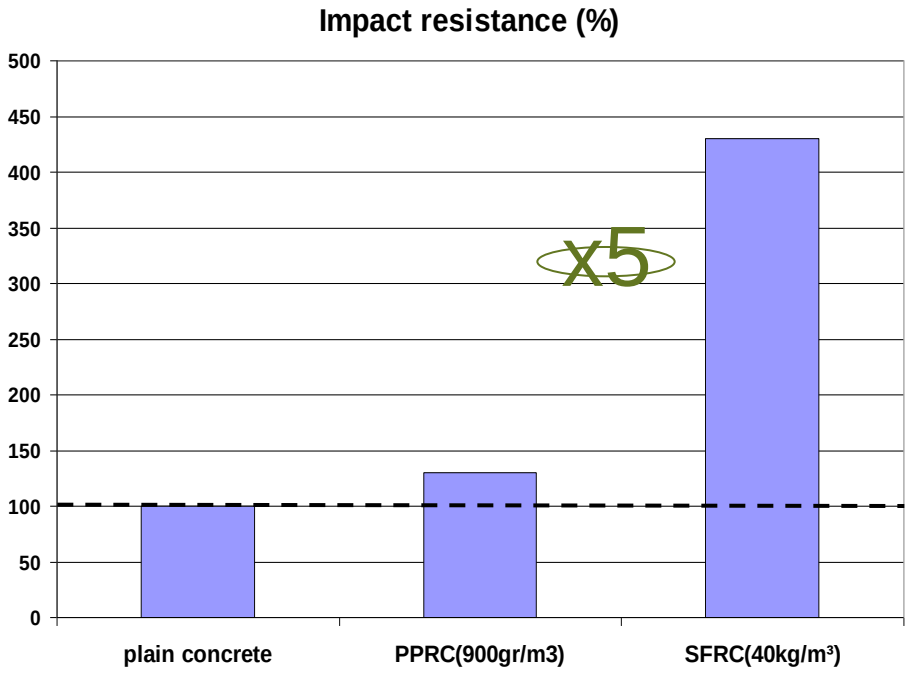


ALTA RESISTENCIA A LA TRACCION

- Las fibras de acero Dramix® estan hechas con alambre de primera calidad para trefilar, con esto se garantiza una alta resistencia a la traccion y tolerancias muy estrechas
- Resistencia a la tracción de 1.000 Mpa hasta 2.500 Mpa.

BEKAERT
better together

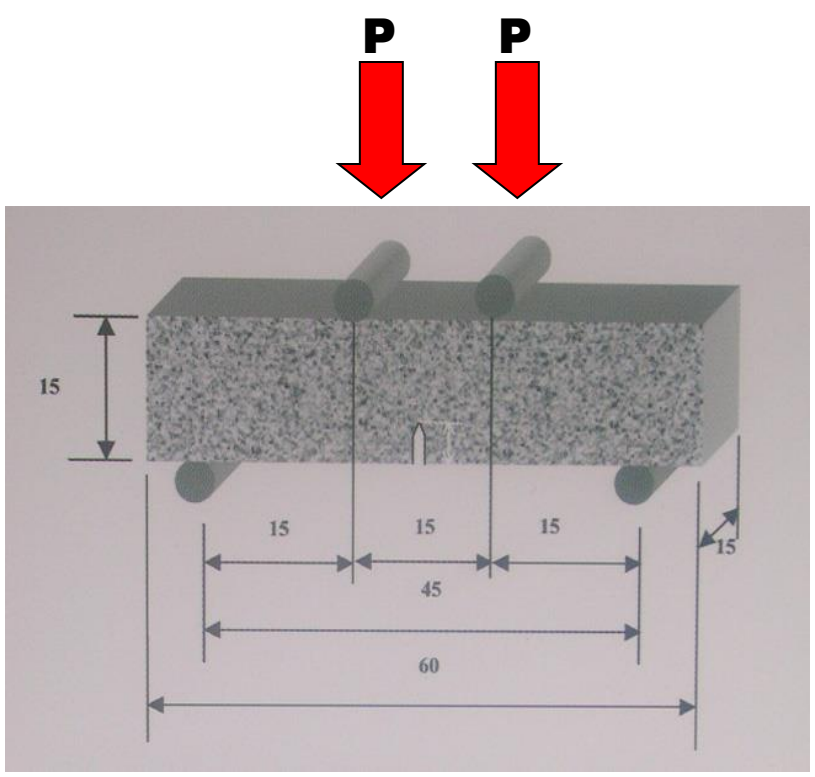
Aumento de la resistencia al impacto



Reduce la formación de fisuras y aumenta la tenacidad post fisuración y la capacidad de carga

ENSAYO DE FLEXOTRACCION UNE EN 14651: 2007

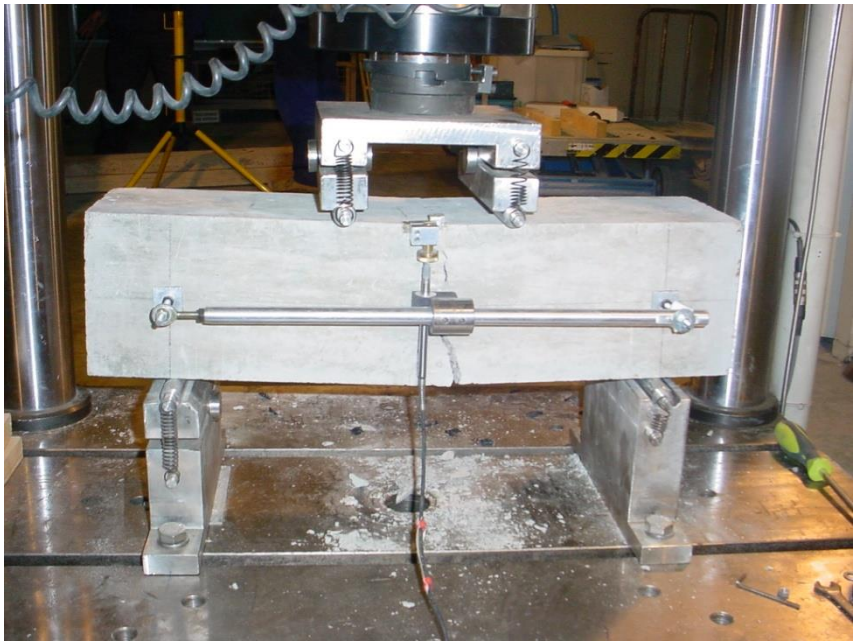
El hormigón sin reforzar sometido a flexotracción
COLAPSA immediatamente después de la primera fisura:



FLEXOTRACCION HORMIGON Sin Fibras

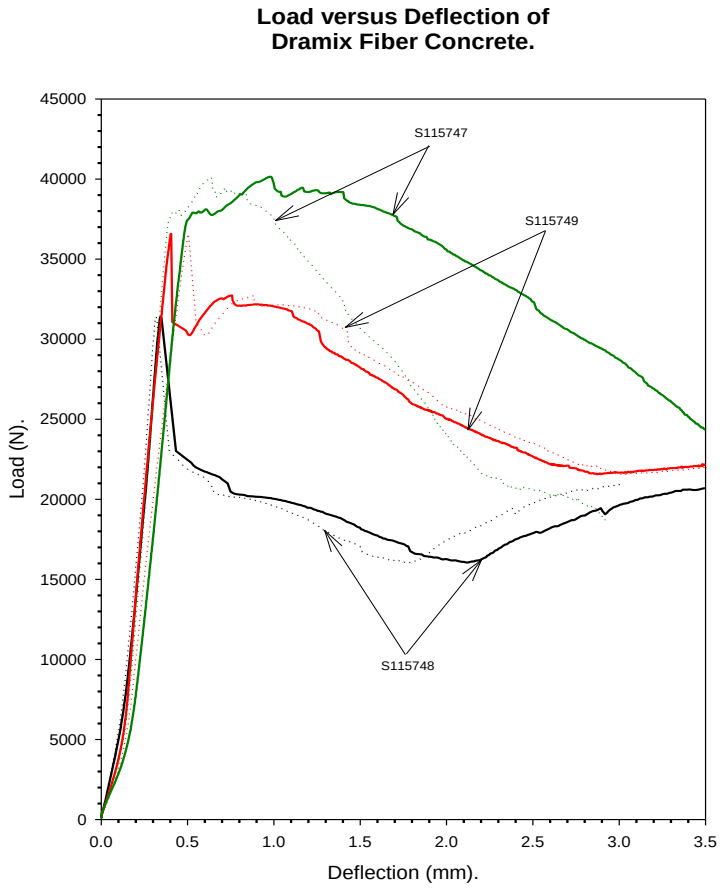
Colapso de una viga de hormigón en masa a flexotracción

FLEXOTRACCION HORMIGON Con Fibras



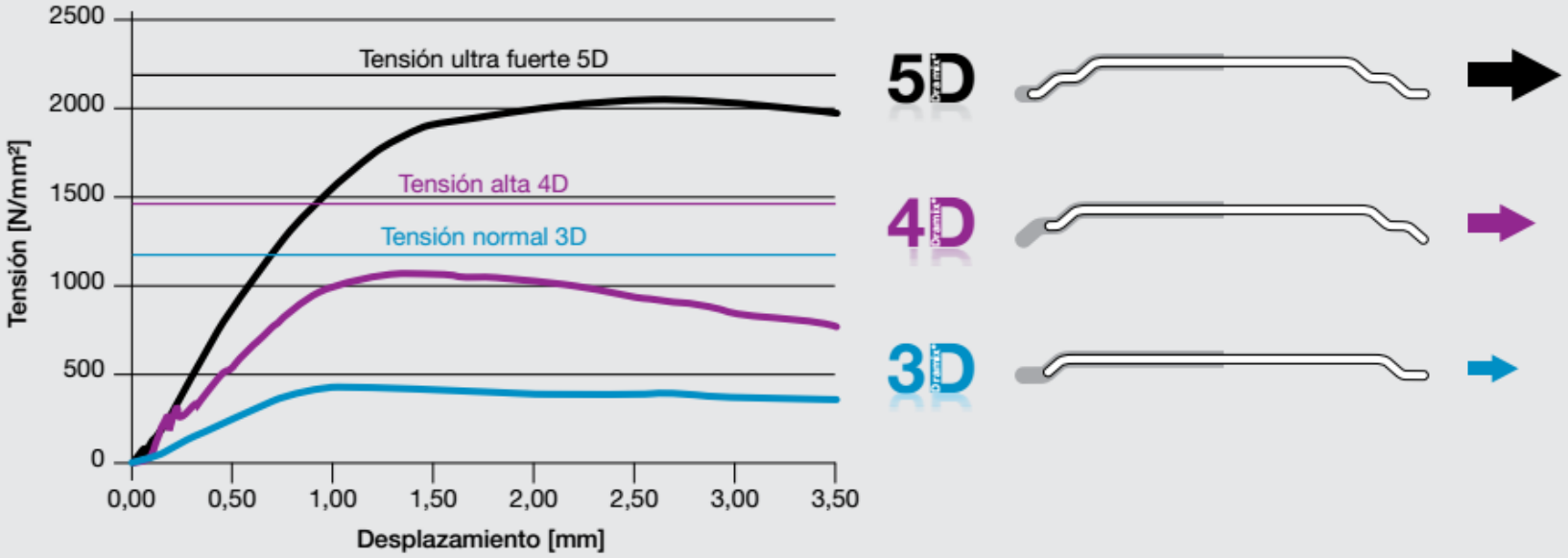
El hormigón reforzado con fibras de acero no ROMPE después de producirse la primera fisura.

El hormigón reforzado con fibras es un material compuesto con elevada TENACIDAD



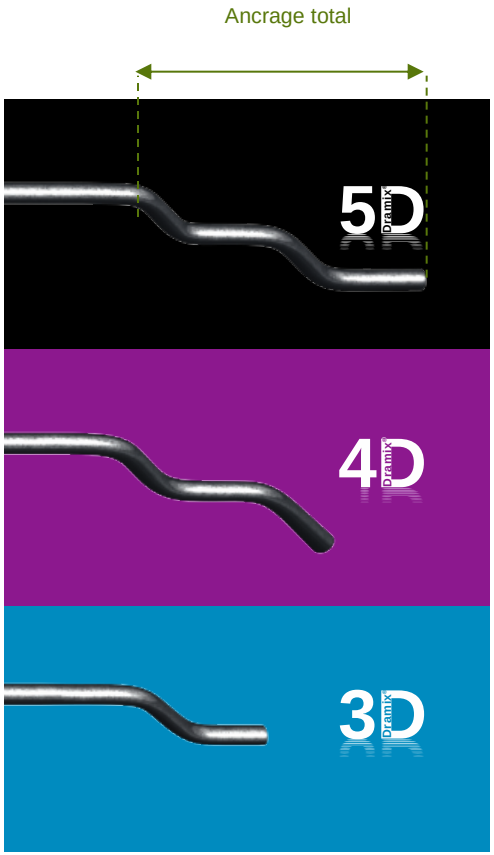
PRUEBAS DE TENSION

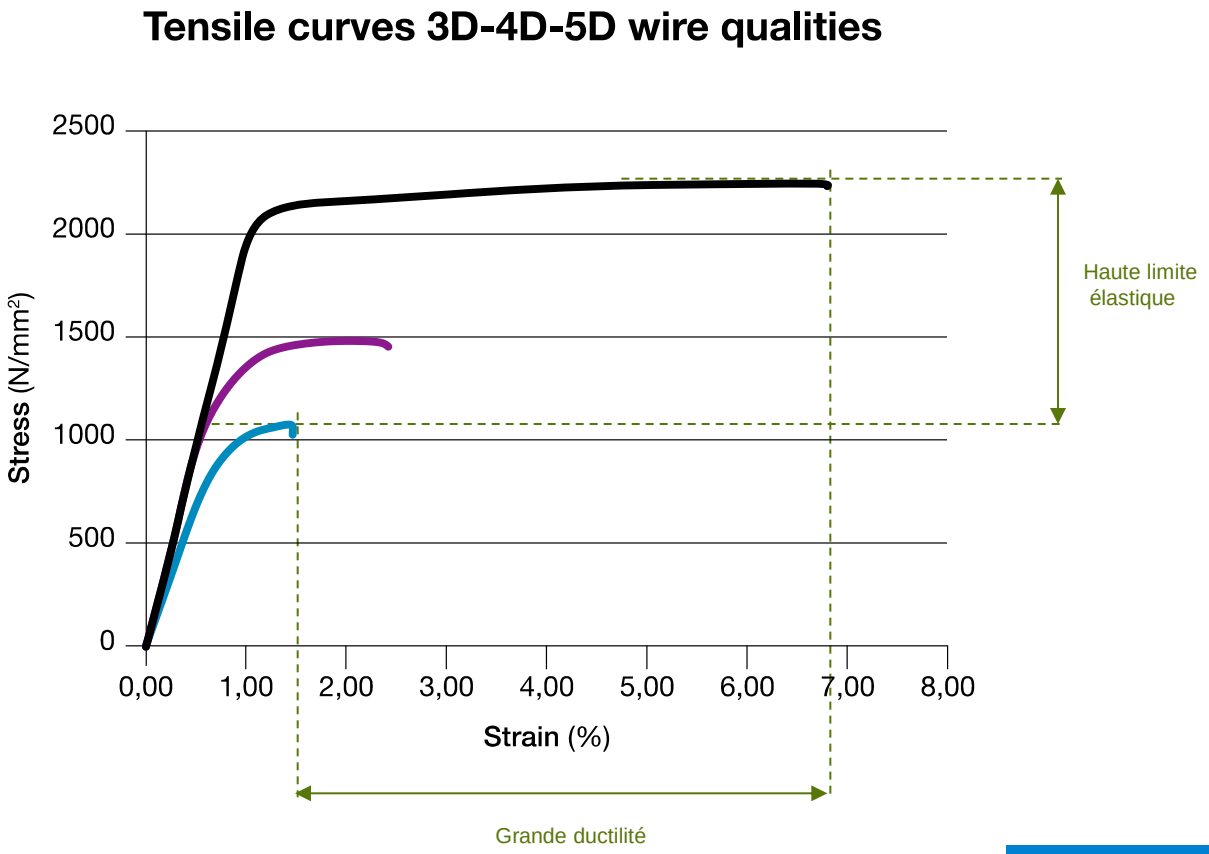
Prueba de tensión de Dramix® 3D, 4D y 5D



La prueba de tensión muestra claramente las diferencias de trabajo de los tres tipos de fibra Dramix®. El gancho en las series 3D y 4D se deforma lentamente durante el proceso de tensión, mientras que el gancho 5D permanece firmemente anclado, pero el alambre se alarga creando ductilidad en el hormigón.

PROPIEDADES MECÁNICAS





BEKAERT
better together

MEZCLADO DE LAS FIBRAS

- **EN PLANTA**
  - No añadir nunca las fibras como primer componente en la mezcladora
  - Las fibras pueden introducirse juntos con la arena y los áridos o pueden añadirse al hormigón mezclado en fresco
  - Se recomienda un incorporación continua

- **EN CAMIÓN CUBA**
  - Poner la cuba a máximas revoluciones: 12-18 rpm
  - Ajustar el cono a un mínimo de 12 cm (superplastificantes)
  - Añadir las fibras con una velocidad máxima de 40 kg/min
  - Después de añadir las fibras, continuar mezclando a alta velocidad , durante 4-5 minutos

- **DOSIFICACIÓN AUTOMÁTICA**
  - Las fibras pueden dosificarse en proporciones de hasta 3,5 kg/seg con un equipo dosificador especialmente desarrollado

CONSOLIDACIÓN DEL HORMIGÓN

- La consolidación del hormigón tiene por objeto eliminar la mayor cantidad posible del aire atrapado dentro de la masa, con el fin de evitar sus efectos perjudiciales: bajada de resistencia mecánica, aumento de porosidad, perdida de durabilidad, reducción de adherencia, regularidad superficial.
- En el hormigón reforzado con fibras es **imprescindible** la consolidación por vibración.
- Vibrar el hormigón con regla vibrante o con extendedora láser, para provocar la salida de aire ocluido en la masa y conseguir una buena compacidad del hormigón.
- También así se consigue bajar las fibras de la superficie.

INCORPORACION DE LAS FIBRAS

- **INCORPARACIÓN DE LAS FIBRAS MANUAL EN PLANTA**

INCORPORACION DE LAS FIBRAS EN OBRA

Incorporación de las fibras en obra. Cinta transportadora

INCORPORACION DE FIBRAS MEDIANTE DOSIFICADOR

Dosificación automática de fibras

NORMAS APLICABLES A LOS HRFA

- **CONCRETE SOCIETY: CONCRETE INDUSTRIAL GROUND FLOOR TR34**
  - Guía de diseño y construcción de pavimentos de hormigón
  - Cálculo según teoría de las líneas de rotura: Meyerhoff (1962), Losberg (1978)

- **ROM 4.1-94**
  - 5.2.4 Hormigón armado con fibras de acero
  - 7.3.12 Pavimentos de hormigón armado con fibras de acero

- **UNE 83500**
  - Se aplican desde 1989
  - Hormigones con fibras de acero y/o polipropileno: clasificación y definiciones : fibras de acero para el refuerzo de hormigón.

- **EN 14889 1**
  - 5.8. Acciones en la resistencia del hormigón con fibras (Agosto 2006)

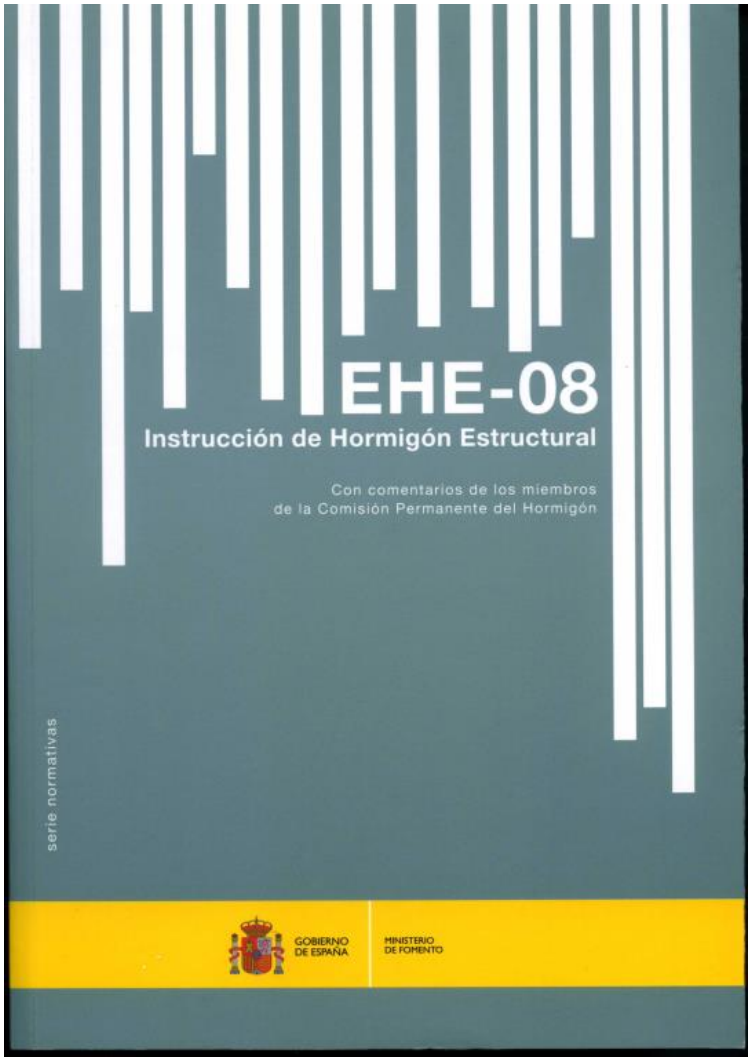
- **EHE 08**
  - Anejo 14: Hormigón con fibras

- ## 5.8 ACCION EN LA RESISTENCIA DEL HORMIGÓN

La acción sobre la resistencia del hormigón se determinará según la norma EN 14845-2 usando un hormigón de referencia según la norma EN 14845-1. La unidad de medida de las fibras en kg/m³ deberá de ser declarada por el fabricante y garantizar que consigue como mínimo una resistencia a flexión residual de 1,5 Mpa a 0,5 mm CMOD (equivalente a 0,47 mm de deflexión central) y una resistencia a flexión residual de 1 Mpa a 3,5 mm CMOD (equivalente a 3,02 de deflexión central)

- CMOD: Cálculo de la abertura de fisura en el centro de la probeta

- La instrucción del hormigón EHE 08, incorpora el ANEJO 14 que trata del hormigón reforzado con fibras metálicas.
- Recomendaciones para la utilización del hormigón con fibras.
- Cálculos según la teoría de las lineas de rotura
- Nueva tipificación de los hormigones



- Pueden ser, según su uso:

- **CON FINALIDAD ESTRUCTURAL:**

- Cuando se utiliza la contribución de las fibras en los cálculos relativos a Estados de Límite Último (ELU) o de servicio (ELS) y puede sustituir, total o parcialmente a la armadura tradicional.

- **CON FINALIDAD NO ESTRUCTURAL:**

- Cuando se utilice para mejorar el comportamiento ante la retracción, el impacto o el fuego.

EHE 08 TIPIFICACION DE LOS HORMIGONES ESTRUCTURALES

39.2. Tipificación de los hormigones

Los hormigones 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-R1-R3 / C / TM-TF / A

donde:

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

R1,R3 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 31.5

TM Tamaño máximo del árido en milímetros, definido en 28.2

TF Longitud máxima de la fibra, en mm

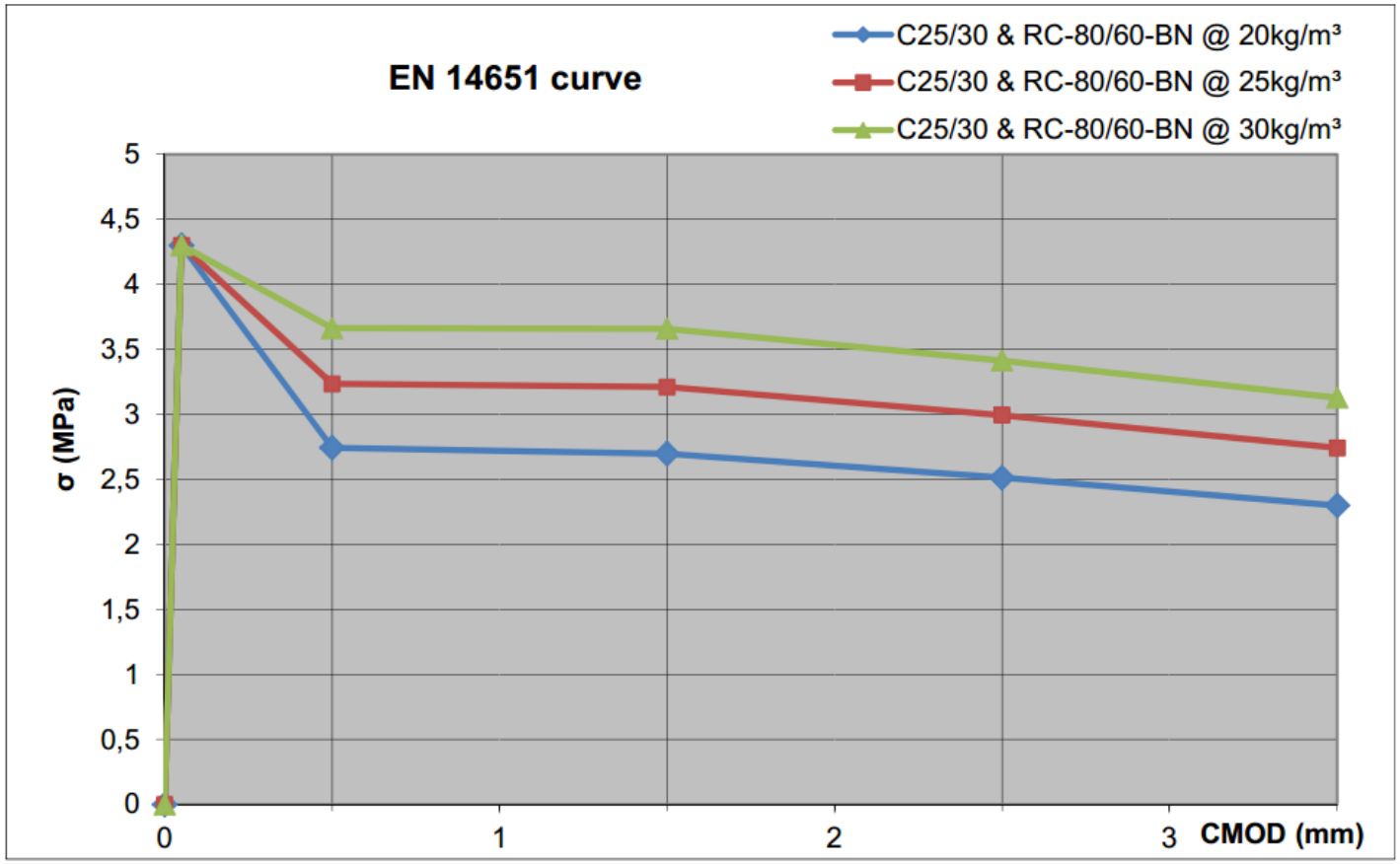
A Designación del ambiente, de acuerdo con 8.2.1

Ejemplo: HAF-25/A:2,1-1,9/B/20-60/IIa

RESISTENCIA RESIDUAL A FLEXOTRACCIÓN EN 14651

Concrete	Fibre	Dosage
C25/30	RC-80/60-BN	20
C25/30	RC-80/60-BN	25
C25/30	RC-80/60-BN	30

		f_L	$f_{R1,m}$	$f_{R2,m}$	$f_{R3,m}$	$f_{R4,m}$
CMOD (mm)	0	0,05	0,5	1,5	2,5	3,5
	0	4,30	2,74	2,70	2,51	2,30
σ (MPa)	0	4,30	3,23	3,21	2,99	2,74
	0	4,30	3,66	3,66	3,41	3,13



DRAMIX: LA PRIMERA CE – CLASE 1

CE

0749 – CPD

EN 14889-1
06

Certificate: BC1- 251- 0024- 012- 001

DRAMIX®: RC - 80 / 60 - BN

Steel Fibres for structural use in concrete mortar and grout.
Group 1 : cold-drawn wire

- **Information** and regulated characteristics:

Shape	**deformed**
Bundling	**glued**
Coating	**-**
Fibre Length (mm)	**60**
Diameter (mm)	**0.75**
Tensile strength (N/mm²)	**1225**

- **Consistence** with **10** kg/m³ fibres - Vebe time= **8** sec
- **Effect on strength** in reference concrete: **10** kg/m³
  To obtain > 1.5 N/mm² at CMOD= 0.5 mm and
  > 1.0 N/mm² at CMOD= 3.5 mm

Dramix®

BEKAERT
better together

Dramix®: La primera fibra de acero en conseguir el sello CE – clase 1 para uso estructural

Bekaert se ajusta a las normas europeas y a los requisitos del producto.

Importante saber:

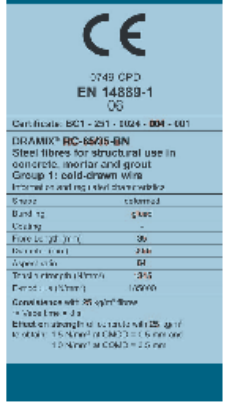
- Los requisitos mínimos están descritos en la Norma Europea 14889-1
- A partir de junio 2008, sólo los productos con marca CE, como las fibras de acero Dramix®, podrán venderse en los países miembros incluyendo Islandia, Liechtenstein y Noruega.
- Para las fibras de acero, existen dos tipos diferentes: clase 1, creado para fibras de acero para usos estructurales, clase 3, creado para fibras de acero para otras aplicaciones.
- La Norma Europea 14889-1 especifica claramente que: "El uso estructural de fibras es cuando la adición de fibras esta designada a contribuir a la capacidad portante de un elemento de hormigón".

Geert Demeyere

Diferencias entre las clases 1 y 3:

Clase 1	Clase 3
Campo de aplicación	
• Uso estructural "El uso estructural de fibras es cuando la adición de fibras esta designada a contribuir a la capacidad portante de un elemento de hormigón" (Copyright EN 14889-1)	• Uso no estructural
Control de calidad	
• "Ensayo Inicial de Tipo" (ITT) bajo la responsabilidad del Organismo de Notificación de Certificación	• "Ensayo Inicial de Tipo" (ITT) a través de un Laboratorio de Notificación
• Controles de Calidad asociados a la producción inicial y anuales con el asesoramiento por el **Organismo de Notificación.**	• Controles de Calidad asociados a la producción bajo la responsabilidad **del fabricante.**
• Instituto de certificación => **"Certificado de Conformidad".**	• El fabricante crea y firma una **"Declaración de Conformidad".**

¿Qué encontrar sobre Dramix® en el sello CE?



¿Qué significa para usted?

- Un producto que está sometido a un continuo control de calidad
- Un producto que cumple con la norma 14889-1 de nivel de calidad nº1 para uso estructural.
- Un producto que responde bien a las demandas de calidad definidas
- Una etiqueta que da una clara visión general de las características de los productos (forma, longitud de fibra, resistencia a la tracción, etc.)
- Una etiqueta que menciona una dosificación mínima para ese tipo de fibra en un hormigón específico.
- Un producto que le permite obtener un sello CE para su propio producto acabado.

Industrias del Ubierna, S.A.
Travesera de Gracia Nº 30, 3ºC
08021 Barcelona
Spain
T + 34 93 2419003
F + 34 93 2092181
marina.manas@bekaert.com
www.bekaert.com/building

All Bekaert company names are trademarks owned by NV Bekaert SA Zwevegem - Belgium. Modifications reserved. All details describe our products in general form only. For ordering and design only use official specifications and documents. © 2007 Bekaert
Editor: Ann Lambrechts, Zwevegem / Jool/10-2007

Estabilidad de prestaciones – marcado CE

Clase 1	Differencia entre clase 1 y clase 3	Clase 3
Campo de aplicación		
Uso estructural “Cuando las fibras contribuyen a la capacidad portante del elemento de hormigón” (Copyright EN 14889-1)		**Uso no estructural**
Control de Calidad		
Test inicial tipo (ITT) bajo la responsabilidad de un Instituto de Certificación. Control de Producción inicial y (FPC) ejecutado por un **Instituto di Certifición** Instituto de Certificación → “**Certificado de Conformidad**”		Test Inicial Tipo de Laboratorio Certificado Control de Producción (FPC) bajo la responsabilidad del **fabricante** El fabricante genera y firma una **Declaración de Conformdad**

DRAPRO® PROGRAMA DE CÁLCULO PARA SOLERAS

Calcule su propia solera con

DRAPRO®

Internet @

www.bekaert.com/building/dramix

¡GRATUITO!

DRAPO® es el programa de cálculo más avanzado, disponible en nuestra página web

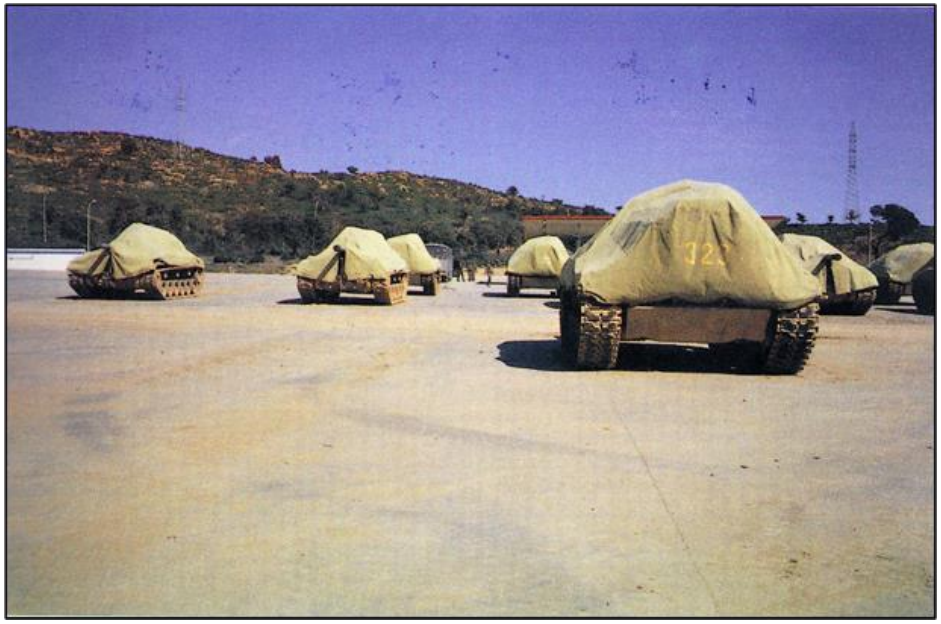
Solera con juntas de retracción (interior)

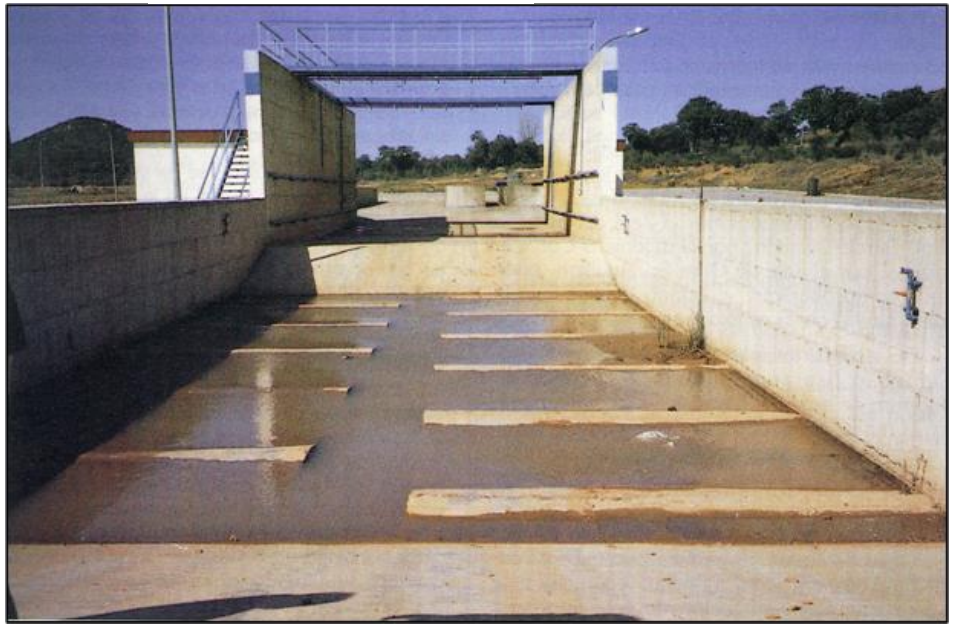
Cálculo basado en la teoría de las líneas de rotura

Cálculo en el estado límite último con hormigón reforzado con fibras de acero Dramix®

PAVIMENTOS INSTALACIONES MILITARES

Dramix®
FIBRAS DE ACERO PARA HORMIGON





CERRO MURIANO 1991 30.000 m²

Espesor de hormigón: 17 cm **35 kg/m³ RC 80/60 BN**

FIRA 2000 - BARCELONA

PROYECTO: RAMON FARRÉ ESCOFET

IDOM

AÑO: 2000 – 2010

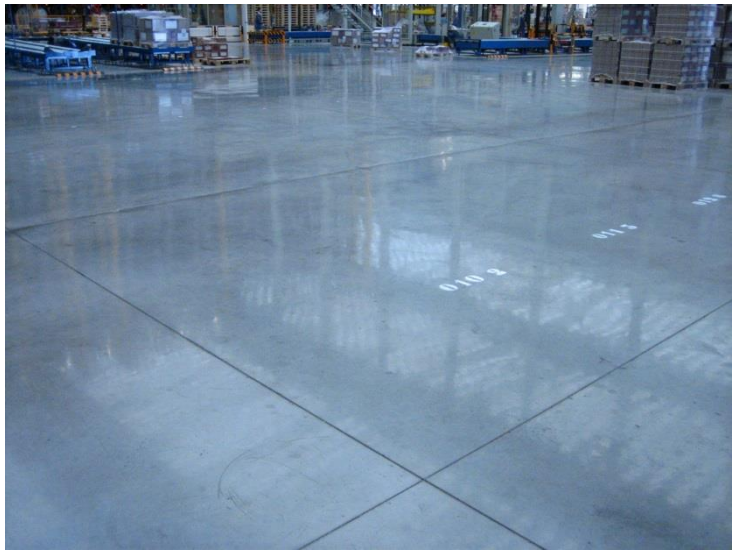
SUPERFICIE: 130.000 m²

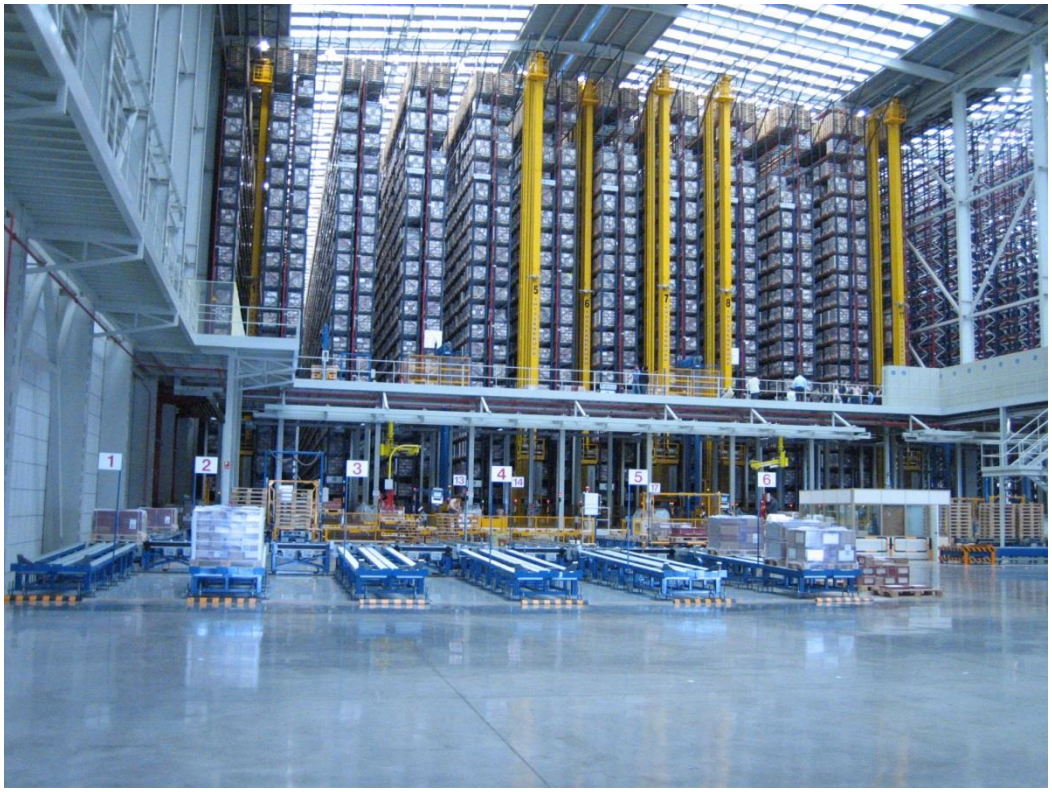
Dramix® RC 65/60 BN

PORCELANOSA - VILA-REAL (CASTELLÓN)

EL MAYOR ALMACÉN MUNDIAL DE CERÁMICA

35 METROS DE ALTURA – 260 METROS DE LONGITUD





DRAMIX
RC 80/60 BN

Dramix® INSIDE

LONJA DE VIGO

PROYECTO: AUTORIDAD PORTUARIA DE VIGO

SUPERFIICE: 8.000 m²

DRAMIX

RC 80/60 BN

Dramix®
FIBRAS DE ACERO PARA HORMIGON

BEKAERT
better together

PROLOGIS PARK SANT BOI DE LLOBREGAT

- SUPERFICIE: 115.000 m²
- INGENIERIA TORRELLA (2002)

3D Dramix®

PAVIMENTO SIN JUNTAS LIEBHERR – (1996 - PAMPLONA)

PAVIMENTO SIN JUNTAS

SUPERFICIE: 30.000 M2

FIBRA: Dramix® 3D 80/60 BG

DOSIFICACIÓN: 35 KG/M3

ESPESOR: 18-20 CM

BEKAERT

better together

PAVIMENTOS PORTUARIOS

TERMINAL BEST TERCAT

PUERTO DE BARCELONA
2009 - 3D

3D Dramix®

Dramix®
FIBRAS DE ACERO PARA HORMIGON

BEKAERT
better together

PAVIMENTOS PORTUARIOS

TERMINAL BEST TERCAT

PUERTO DE BARCELONA
2009 - 2015

3D Dramix®

Dramix®
FIBRAS DE ACERO PARA HORMIGON

Superficie: 1.000.000 m²

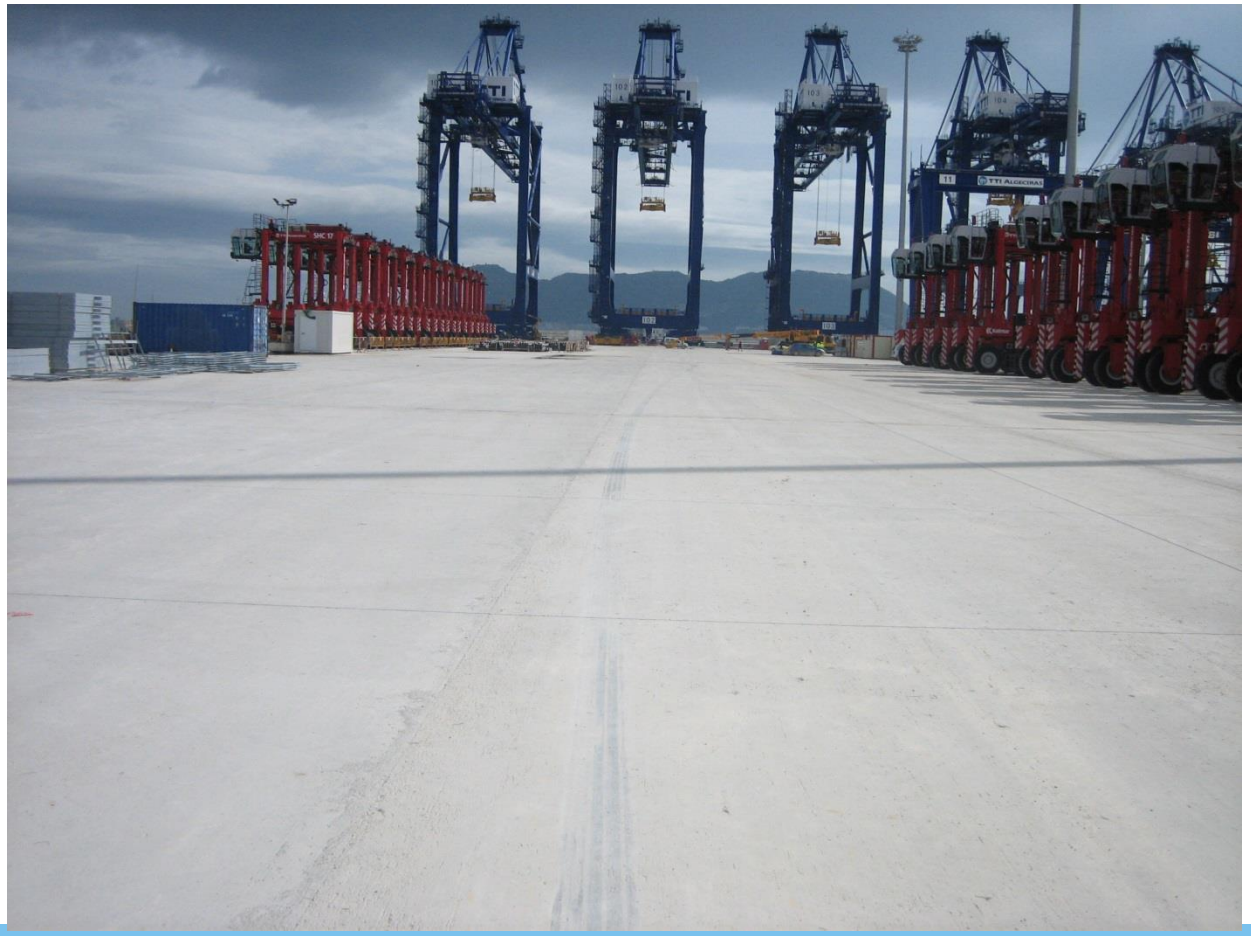
PUERTO DE ALGECIRAS: TTI ALGECIRAS - HANJIN

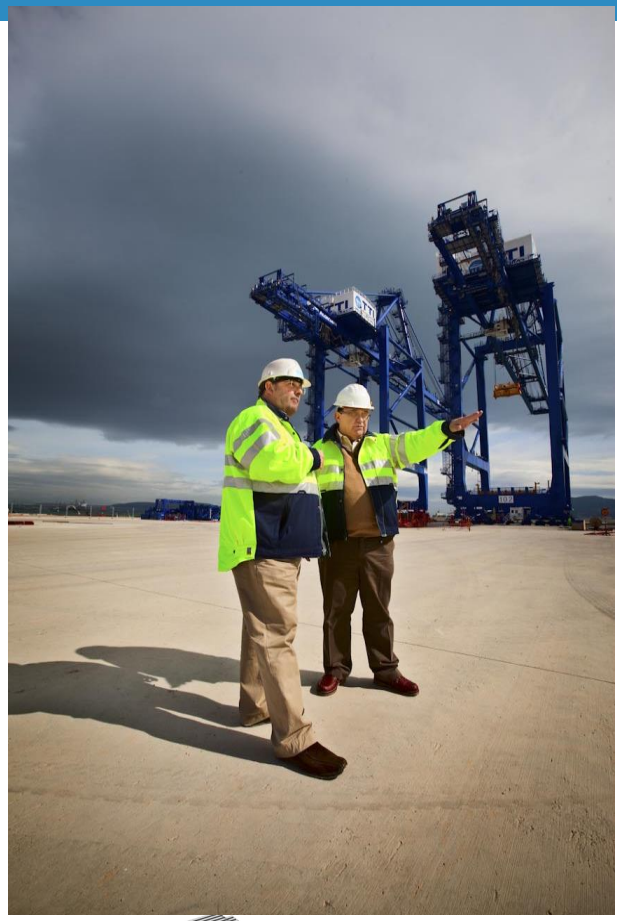
INGENIERIA: ALATEC

SUPERFICIE: 400.000 m²

CONSTRUCCIÓN: 2009 - 2010

Dramix® RC 80/60 BN





Dramix®
FIBRAS DE ACERO PARA HORMIGON

3D Dramix®

BEKAERT

better together

GULLON Aguilar de Campoo (Palencia)

DRAMIX® 4D

ALMACENES AUTOPORTANTES

4D Dramix®

DRAMIX® 4D

GULLON – 9.000 m²

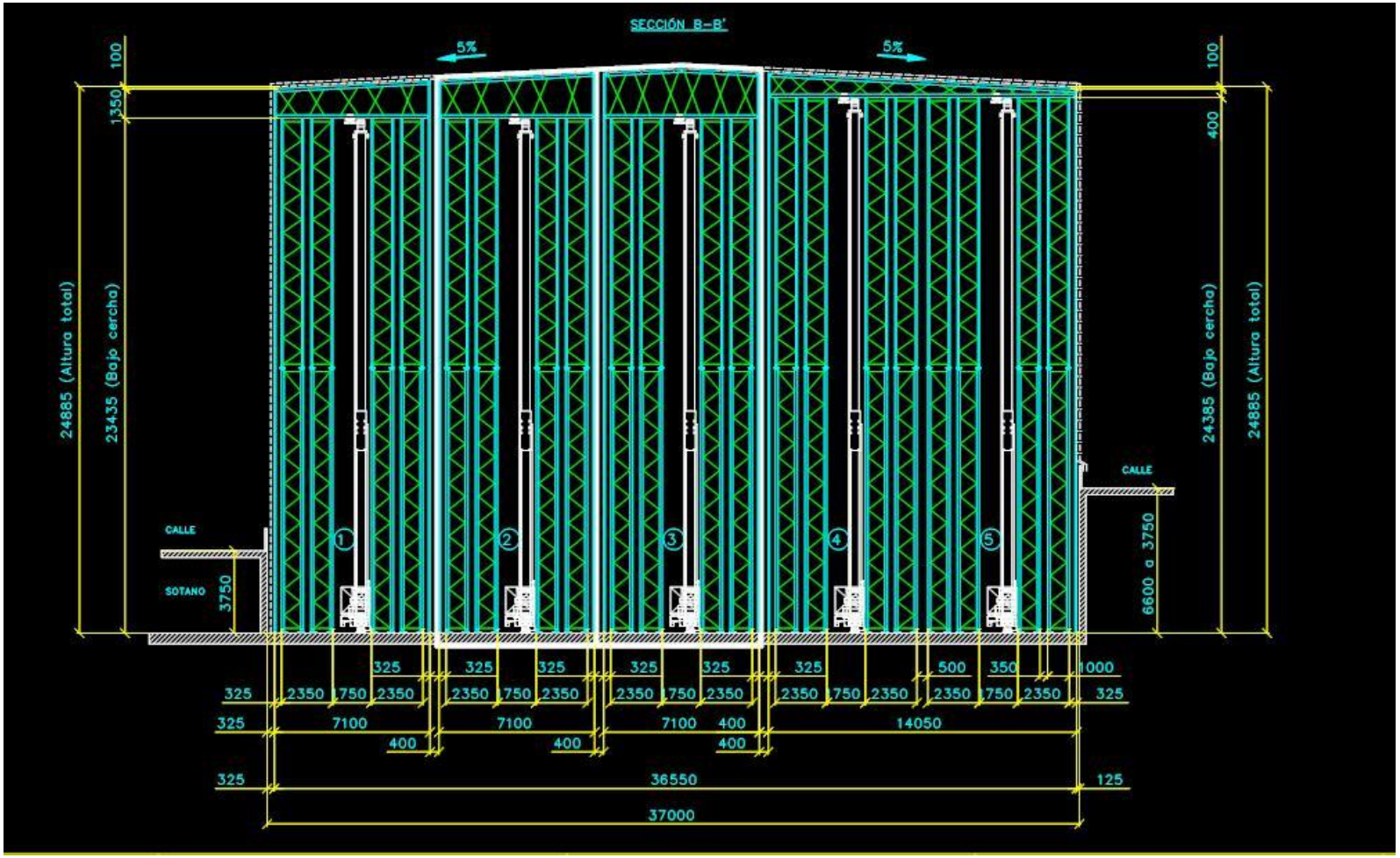
ALMACENES AUTOPORTANTES

4D Dramix®

DRAMIX® 4D

GULLON – 9.000 m²

LOSAS DE CIMENTACION



ALMACENES AUTOPORTANTES

PAVIMENTOS DE HORMIGÓN CON CALEFACCIÓN RADIANTE

- **HANGAR AIRBUS A380**
  - Pavimento de hormigón con sistema de calefacción de suelo radiante.
  - 11.500 m²
  - Hormigón bombeado

Aeropuerto de Barcelona

PAVIMENTOS SOBRE PILOTES

- **Dramix® 5D: Hormigón reforzado para pavimentos sobre pilotes**

RINOL BEKAERT PAVIMENTOS SOBRE PILOTES

5D Dramix®

DRAMIX® 5D

JJ FORWARDER - 9.300 m² - Molina de Segura (Murcia)

BEKAERT

better together

DRAMIX® 5D

JJ FORWARDER - 9.300 m² - Molina de Segura (Murcia)

PASARELA BARRIO DE SAN GABRIEL (ALICANTE) 2013

Dramix®
FIBRAS DE ACERO PARA HORMIGON

3D Dramix®

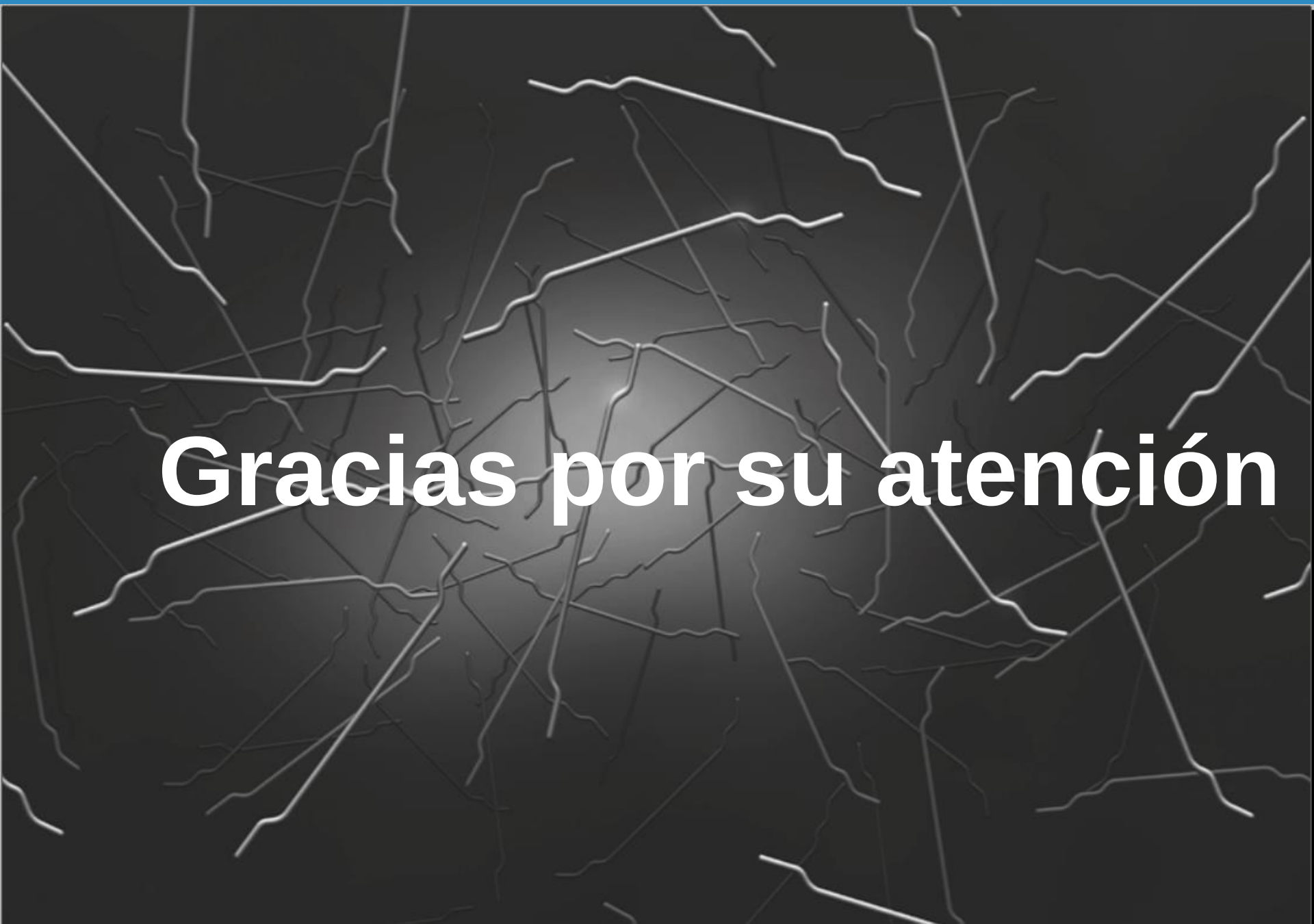
Pasarela de hormigón prefabricado con fibras de acero Dramix®

BARRANCO DE LAS OVEJAS

PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARQUITECTONICO

Dramix® INSIDE

MUSEO MUCEM EN MARSELLA


Gracias por su atención

BEKAERT

better together

Ramon Badell

Telf: 93 241 90 06

ramon.badell@bekaert.com

www.bekaert.com/building