



**Reforzando  
el futuro**

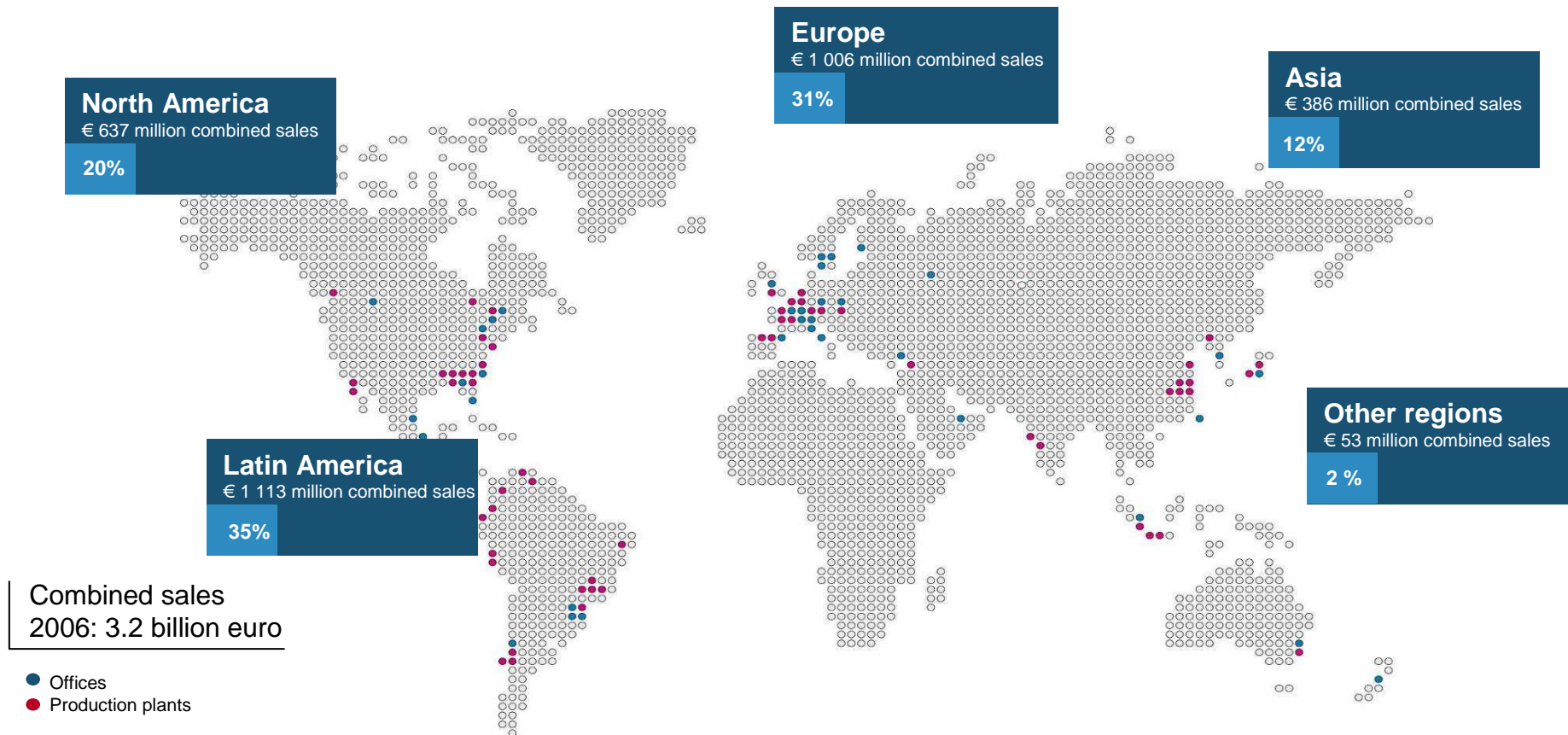
# SUMARIO

- **BEKAERT: QUIENES SOMOS**
  - FUNDADA EN 1880. MÁS DE 125 AÑOS TREFILANDO ACERO
- **REFORZAR EL HORMIGÓN**
  - FIBRAS DRAMIX®
- **FIBRAS DE ACERO**
  - FIBRAS SUELTAS
  - FIBRAS ENCOLADAS
- **APLICACIONES**
  - PAVIMENTOS INDUSTRIALES
  - PAVIMENTOS SIN JUNTAS
  - PAVIMENTOS SOBRE PILOTES
  - LOSAS PARA ALMACENES AUTOPORTANTES
  - PAVIMENTOS PORTUARIOS
  - TÚNELES
  - DÓVELAS
  - PREFABRICADOS
  - HOUSING
- **NORMAS Y MARCADO CE**
  - EHE 2008
  - UNE 83500
  - SELLO CE

# Worldwide presence

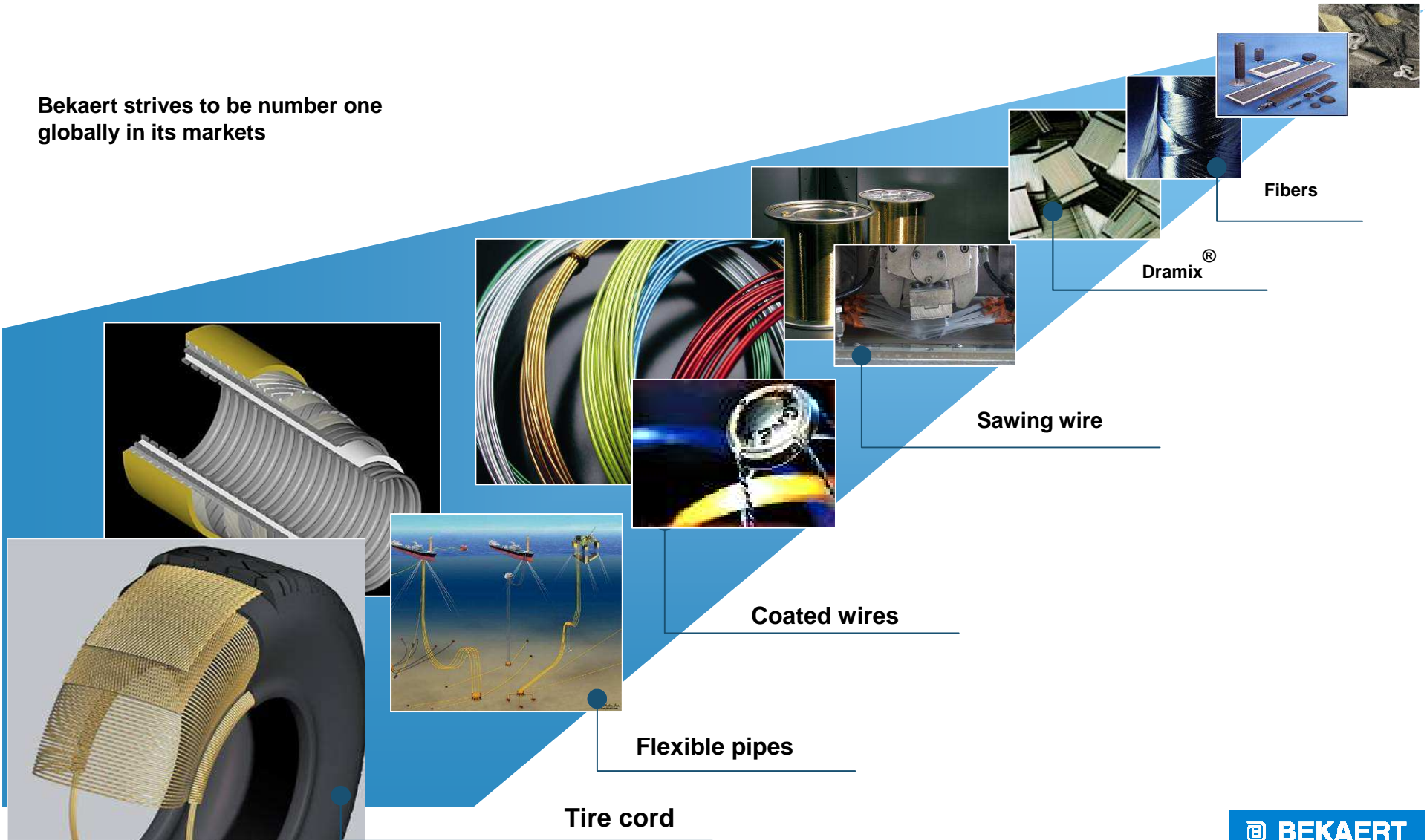
## Being close to your business is central to the Bekaert strategy

- We supply customers around the world
- We grasp new market opportunities in growth economies



# LÍDER EN EL MERCADO

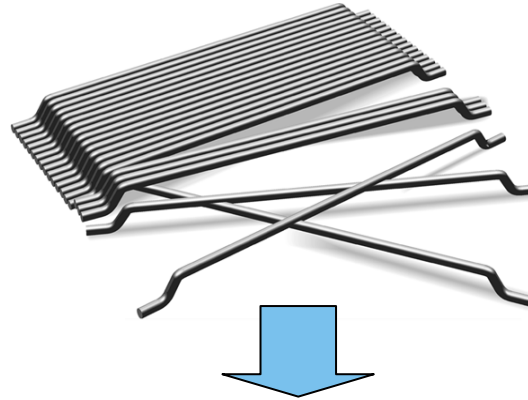
Bekaert strives to be number one globally in its markets



- **Dramix:** Fibras de acero para refuerzo del hormigón
- **Murfor:** Armadura de tendel para muros
- **Stucanet:** Fachada ventilada con revestimiento de mortero
- **Widra:** Esquineros para enlucidos de yeso o mortero
- **Mesh Track:** Malla para refuerzo de firmes

# Bekaert. Productos para construcción

- DRAMIX: Fibras de acero

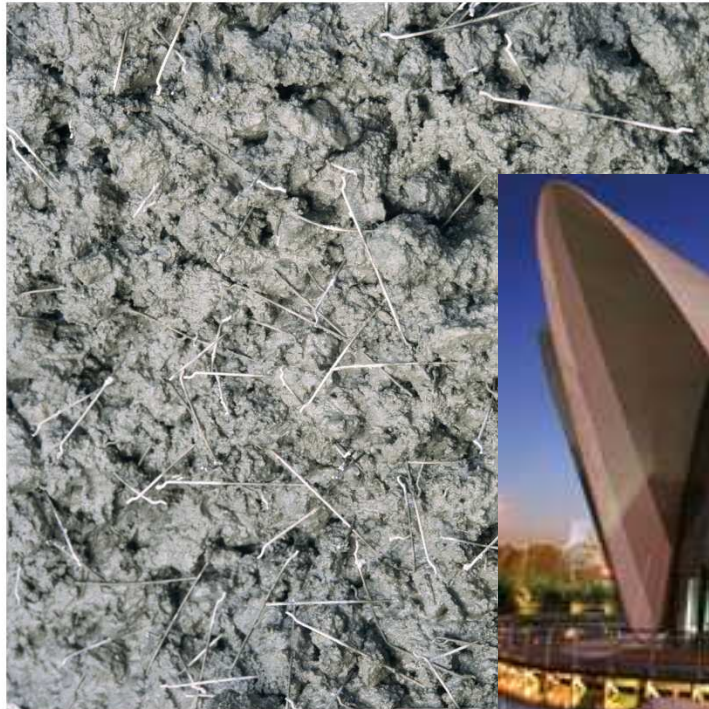


DESDE LOS SUMERIOS HACE MÁS DE 4.000 AÑOS.....



ZIGURAT DE UR (2.100 A.C.)

.....HASTA EL SIGLO XXI



Oceanogràfic de València (2.002)



## INTRODUCCION

- Durante las cuatro últimas décadas se ha producido un gran desarrollo en la industria de la construcción que ha alcanzado no solo a las técnicas de diseño y cálculo, sino también a la tecnología del hormigón y, por supuesto, al propio hormigón. Y es lógico que esto sea así, pues refiriéndonos al caso del hormigón hemos de decir que, a pesar de su larga vida, pocos avances ha experimentado hasta nuestros días este material.



# 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 ABSORBER ENERGÍA

## - CONCLUSIÓN

- NECESIDAD DE REFUERZO

# TIPOS DE FIBRAS UTILIZADAS CON EL HORMIGÓN

## - METÁLICAS

- ACERO DE BAJO CARBONO
- ACERO DE ALTO CARBONO

## - NATURALES

- AMIANTO
- CELULOSA
- CARBON

## - SINTÉTICAS

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

# TIPOS DE FIBRAS PARA EL REFUERZO DEL HORMIGÓN

Fibras	Diámetro (μm)	Densidad (10 <sup>3</sup> kg/m <sup>3</sup> )	Modulo elástico (kN/mn <sup>2</sup> )	Resistencia a tracción (kN/mn <sup>2</sup> )	Elongación a ruptura (%)
Acero	5 - 500	7,84	200	0,5 - 2	0,5 - 3,5
Vidrio	9 - 15	2,60	70 - 80	2-4	2 - 3,5
Amianto	0,02 - 0,04	3,00	180	3,30	2 - 3
Polipropileno	20 - 200	0,90	5 - 7	0,5 - 0,75	8
Nylon	-	1,10	4	0,90	13 - 15
Polietileno	-	0,95	0,30	0,0007	10
Carbono	9	1,90	230	2,60	1
Kevlar	10	1,45	65 - 133	3,60	2,1 - 4
Acrílico	18	1,18	14 - 19,5	0,4 - 1	3

## COMPARATIVO DE FIBRAS PARA HORMIGON

TIPO DE FIBRA	MODULO DE YOUNG
HORMIGÓN	30.000 Mpa
<b>FIBRAS METÁLICAS</b>	<b>210.000 Mpa</b>
FIBRAS POLIMÉRICAS	9.000 Mpa

Para reforzar el hormigón hace falta añadirle un refuerzo con mayor módulo de elasticidad.

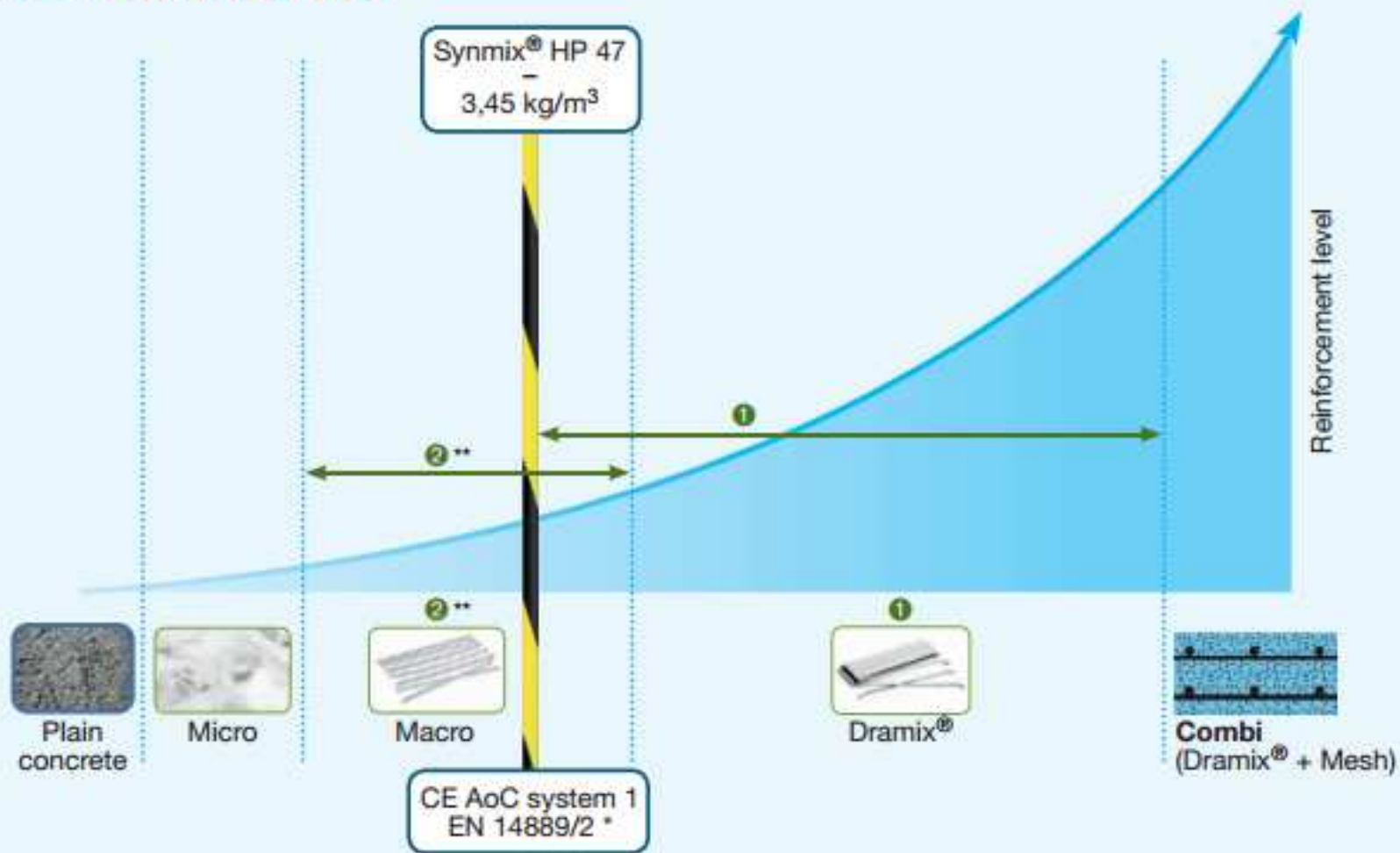
## FIBRAS METALICAS

- **Las fibras metálicas**, concretamente las 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 muy superior al del hormigón: **210.000 Mpa** frente a 30.000 Mpa del hormigón.
- Las fibras de acero tienen una buena adherencia a la pasta, alto alargamiento de rotura y son fáciles de mezclar.

# FIBRAS METÁLICAS

- Las fibras de acero se pueden obtener por diferentes métodos; el más común consiste en fabricarlas por **corte de alambre trefilado, de acero, de bajo contenido en carbono.**
- El diámetro de los alambres está comprendido entre 1,05 mm y 0,55 mm.
- La longitud de las fibras puede variar entre 10 mm. y 60 mm.

## Bekaerts recommendation



 **BEKAERT**

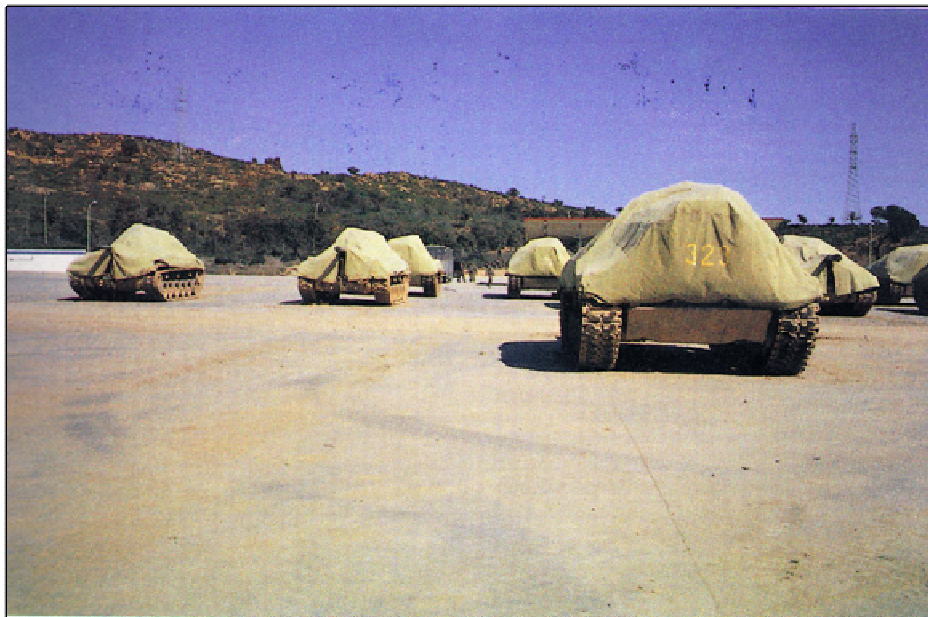
better together



## PRIMERAS APLICACIONES

- Patentado en 1874
- Primeras aplicaciones en campos de aviación durante la Segunda Guerra Mundial
- Fibras con extremos en gancho, patentadas en 1970
- 1973 primeras aplicaciones en EEUU para tableros de puentes
- 1982 Primeras obras en España. (Ronda de Dalt – Aeropuerto de Son Sant Joan – Puerto de Vigo – Puerto de Algeciras)
- Primeros cálculos realizados por el Profesor Doctor Ingeniero D. Manuel Fernández Cánovas, del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad Politécnica de Madrid.

# Pavimentos Instalaciones Militares



CERRO MURIANO 1991

Espesor de hormigón: 17 cm









30.000 m<sup>2</sup>

35 kg/m<sup>3</sup> RC 80/60 BN

 **BEKAERT**

better together

# FIBRAS DE ACERO

Tipos de fibras según su forma	Esquema
Recta de sección circular	
Recta de sección rectangular	
Ondulada	
Recta con extremos en forma de cono	
Recta con extremos en forma de gancho	
Rectas con extremos chatos	

**-PRESENTACION:** SUELTAS o ENCOLADA

**-PRODUCCIÓN:** TREFILADAS, LAMINADAS, RASPADAS o FUNDICION

# CLASIFICACIÓN SEGÚN EHE 2008

## - PRODUCCIÓN

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

## - PRESENTACIÓN

- SUELTAS
- ENCOLADAS EN PEINES

# CLASIFICACIÓN SEGÚN EHE 08

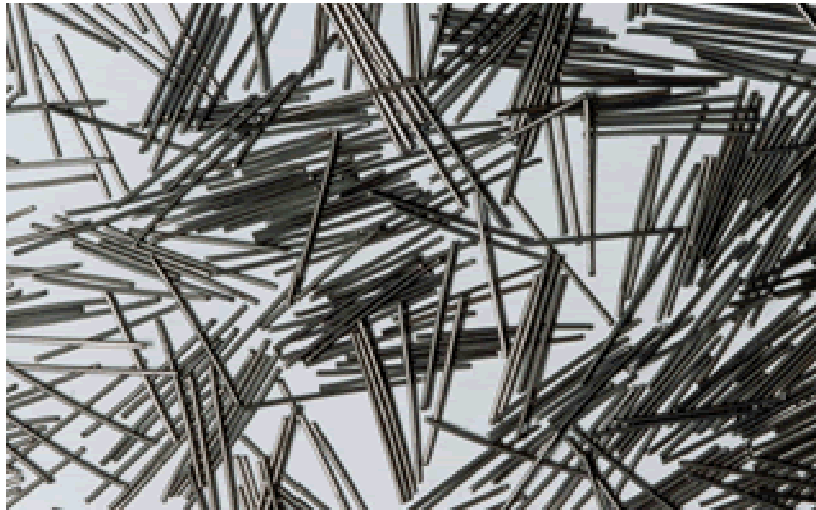
## Fibras de acero

Estas fibras deberán ser conformes con UNE 83500-1 y, según el proceso de fabricación se clasifican en: trefiladas (Tipo 1), cortadas en láminas (Tipo II), extraídas por rascado en caliente (virutas de acero) (Tipo III) u otras (por ejemplo, fibras de acero fundidas) (Tipo IV). La forma de la fibra tiene una incidencia importante en las características adherentes de la fibra con el hormigón y puede ser muy variada: rectas, onduladas, corrugadas, conformadas en extremos de distintas formas, etc.

La longitud de la fibra ( $l_f$ ) se recomienda sea, como mínimo, 2 veces el tamaño del árido mayor. Es usual el empleo de longitudes de 2,5 a 3 veces el tamaño máximo de árido. Además, el diámetro de la tubería de bombeo exige que la longitud de la fibra sea inferior a  $2/3$  del diámetro del tubo. Sin embargo, la longitud de la fibra debe ser suficiente para dar una adherencia necesaria a la matriz y evitar arrancamientos con demasiada facilidad.

A igualdad de longitud, fibras de pequeño diámetro aumentan el número de ellas por unidad de peso y hacen más denso el entramado ó red de fibras. El espaciamento entre fibras se reduce cuando la fibra es más fina, siendo más eficiente y permitiendo una mejor *redistribución* de la carga ó de los esfuerzos.

# Tipos De Fibras De Acero



**FIBRAS RECTAS**

TREFILADAS (TIPO I)



**FIBRAS ONDULADAS**

TREFILADAS (TIPO I)

# Tipos De Fibras De Acero



**LAMINADAS**

(TIPO II)



<http://sk-evrostroy.tiu.ru/>

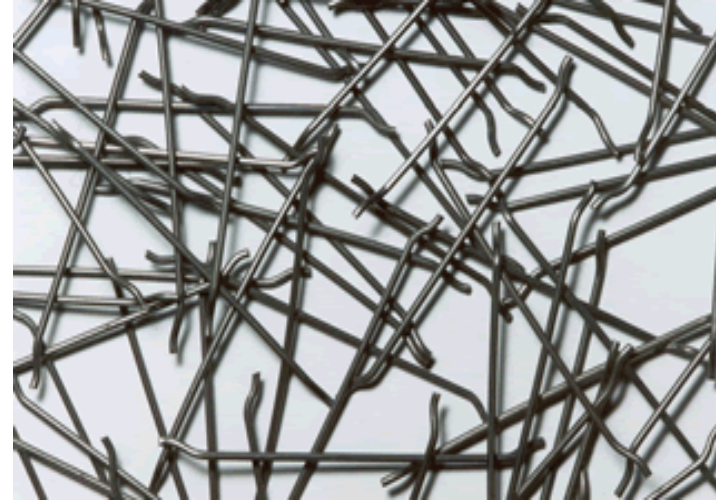
**RASPADO EN CALIENTE**

(TIPO III)

# FIBRAS DE ACERO REFILADAS EXTREMOS CONFORMADOS



**ENCOLADAS**



**SUELTAS**

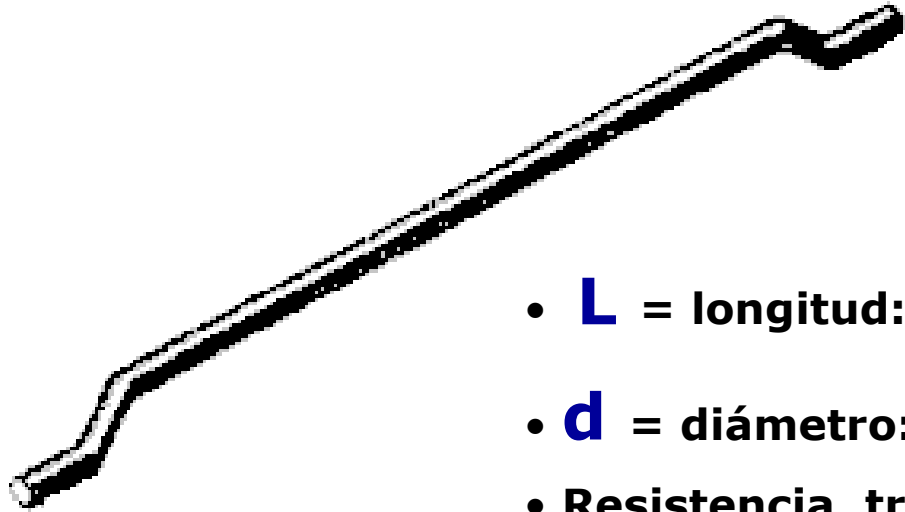
## TREFILADAS (TIPO I)

LAS FIBRAS CON LOS **EXTREMOS CONFORMADOS** DAN MAYOR RESISTENCIA A FLEXOTRACCIÓN QUE LAS FIBRAS RECTAS U ONDULADAS, ES DECIR, A IGUALDAD DE RESISTENCIA, SE REQUIERE MENOR VOLUMEN DE FIBRAS



EL PARAMETRO MÁS IMPORTANTE PARA DEFINIR LAS PRESTACIONES DE LAS FIBRAS ES LA

**ESBELTEZ:  $L/d$**



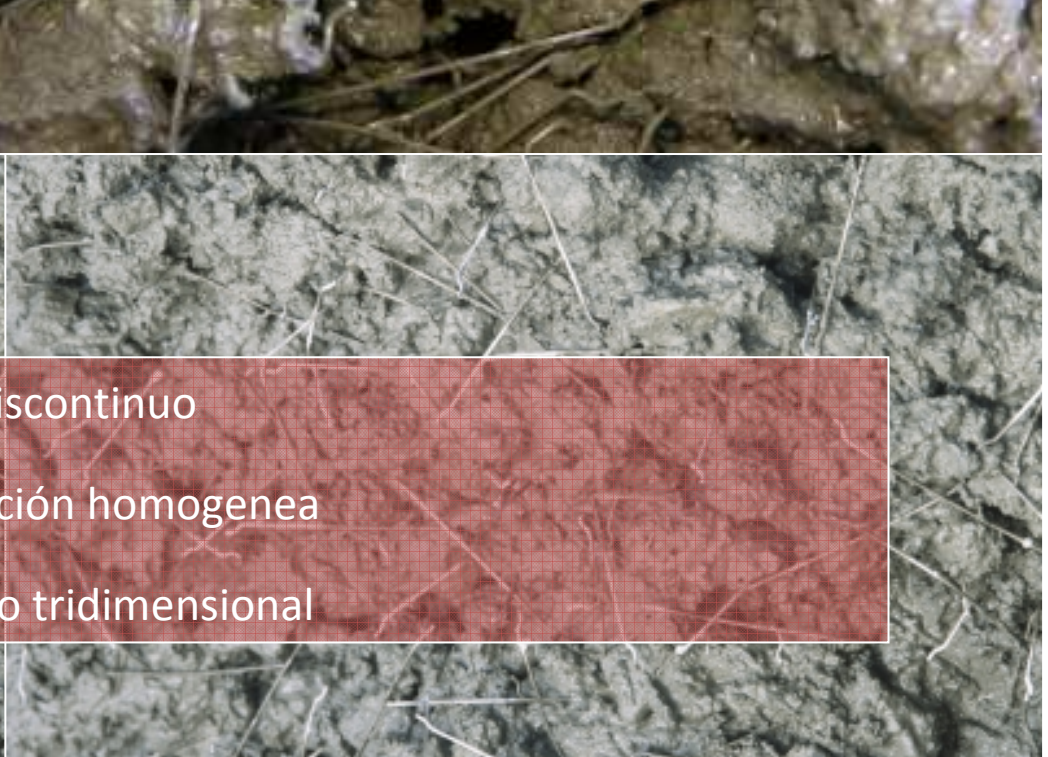
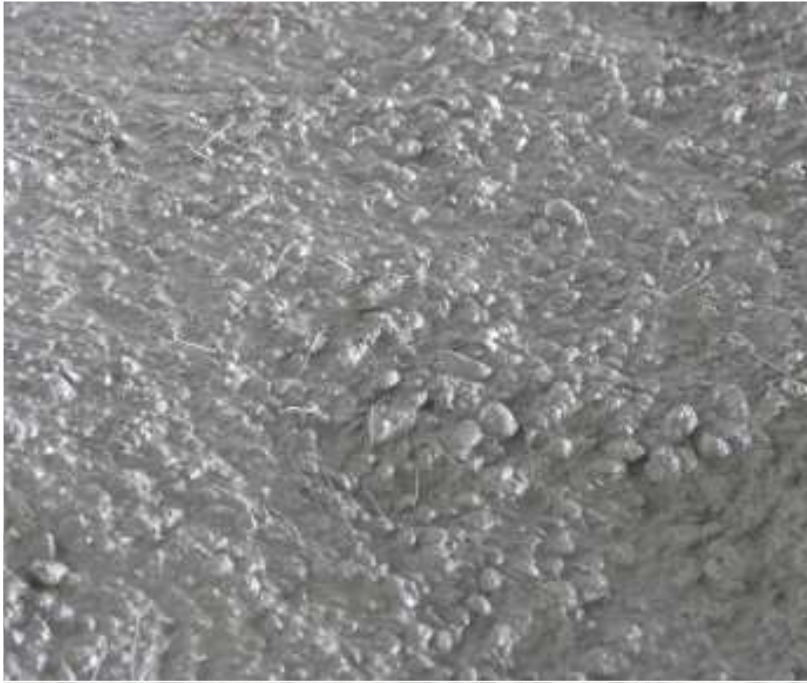
- **L** = longitud: 30 – 60 mm
- **d** = diámetro: 0,55 – 1,05 mm
- Resistencia tracción: 1.100 / 1.300 Mpa
- La adherencia fibra-matriz aumenta con la esbeltez.

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

## VENTAJAS

- Mejora el comportamiento y estabilidad de las juntas.
- Permite reducir, o eliminar, el número de juntas de retracción.
- No requiere el uso de bomba, dado que se puede realizar el vertido del hormigón directamente desde el camión hormigonera.
- De fácil integración en el hormigón, tanto en planta como a pie de obra.
- Si fuese necesario, se puede bombear con altas dosificaciones.
- 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.



Discontinuo  
Distribución homogénea  
Refuerzo tridimensional

# FIBRAS ENCOLADAS V/S A LAS SUELTAS: VENTAJAS

- **MAYOR FACILIDAD DE MEZCLAR CON EL HORMIGÓN**
  - NO SE FORMAN PELOTAS O ERIZOS
  - SE PUEDE DOSIFICAR EN CANTIDADES  $> 30 \text{ KG/M}^3$
- **MEJOR DISTRIBUCIÓN DENTRO DE LA MATRIZ DEL HORMIGÓN**
  - LAS FIBRAS ENCOLADAS SE INCORPORAN FACILMENTE AL HORMIGÓN DE MANERA HOMOGÉNEA Y ISOTRÓPICA
  - 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 DISPERSIÓN DENTRO DEL HORMIGÓN, IGUALDAD DE CONCENTRACIÓN DE FIBRAS: MÁS PRESTACIONES



**Dramix**<sup>®</sup>  
FIBRAS DE ACERO PARA HORMIGÓN

 **BEKAERT**

better together

## FORMACION DE ERIZOS – FIBRAS SUELTAS



Las fibras sueltas, en dosificaciones superiores a  $30 \text{ kg/m}^3$  tienden a formar erizos, y a tener una alta dispersión de fibras

## FORMACION DE ERIZOS – FIBRAS SUELTAS



Las fibras sueltas provocan la formación de erizos o pelotas

## FORMACION DE ERIZOS – FIBRAS SUELTAS



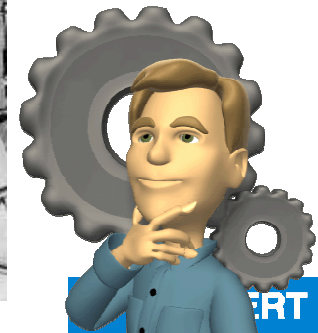
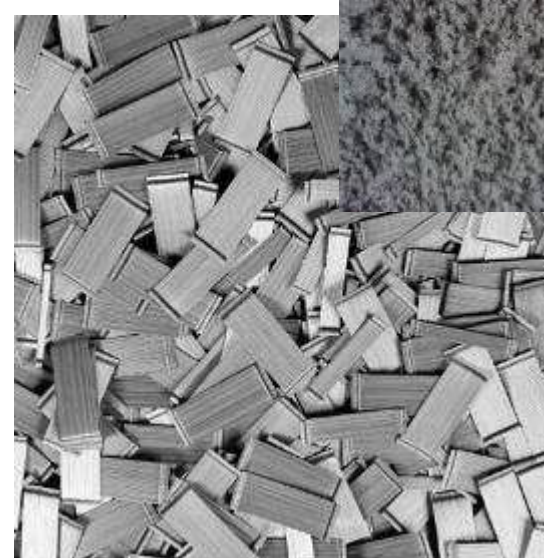
Erizos o pelotas formadas por fibras sueltas



# Fibras de Acero

## - Fibras encoladas vs. fibras sueltas

- ✓ Para un mezclado rápido y fácil.
- ✓ Dispersión homogénea de las fibras.



better together

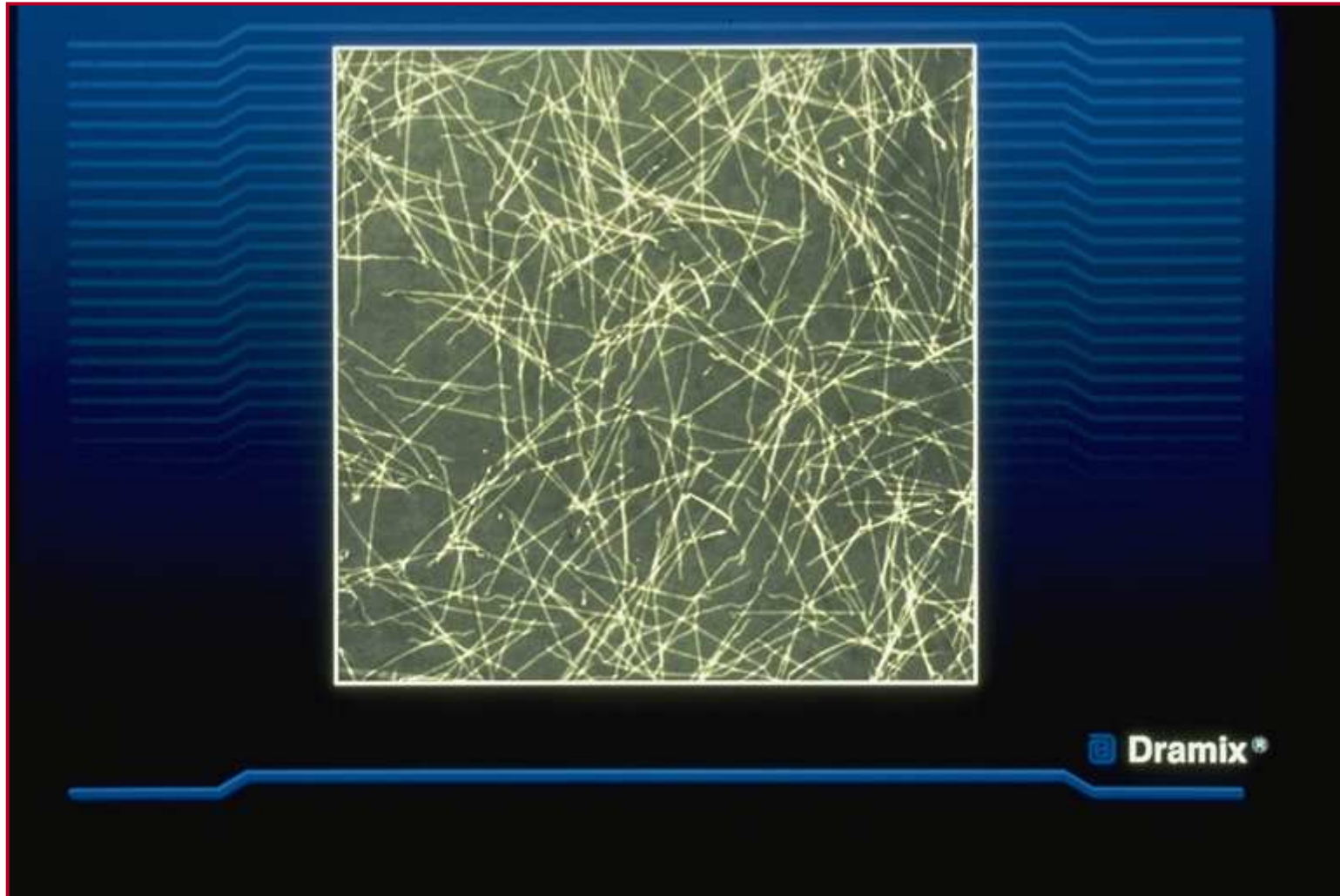
## -FIBRAS ENCOLADAS: VENTAJAS



- VENTAJA DE LAS FIBRAS ENCOLADAS
- VELOCIDAD DE MEZCLADO
- HOMOGENIEDAD EN LA DISTRIBUCIÓN DE LAS FIBRAS
- NO SE FORMAN “ERIZOS” O “PELOTAS”

-TIEMPO DE AMASADO:  
2 MINUTOS

# FIBRAS ENCOLADAS REPARTO HOMOGÉNEO



 **BEKAERT**

better together

# MENOR DISPERSION EN FIBRAS ENCOLADAS

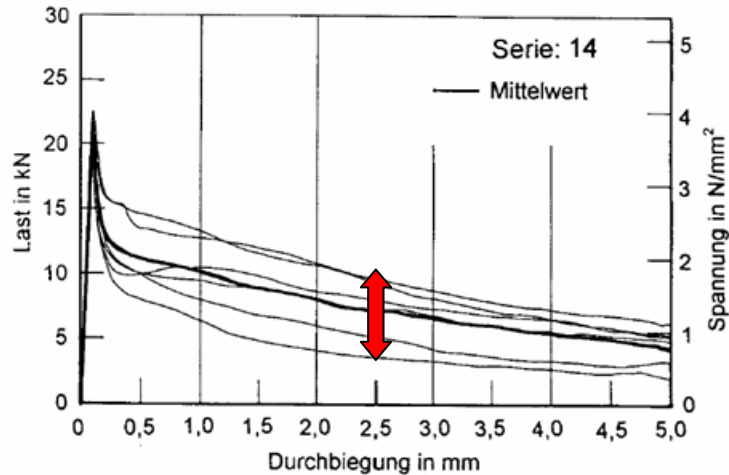


Bild 9.14: Last-(Spannungs-) Durchbiegungskurven der Versuchsserie S14 (35 kg/m<sup>3</sup> Duoloc 47/1,0)

**FIBRAS SUELTAS: mayor dispersión**

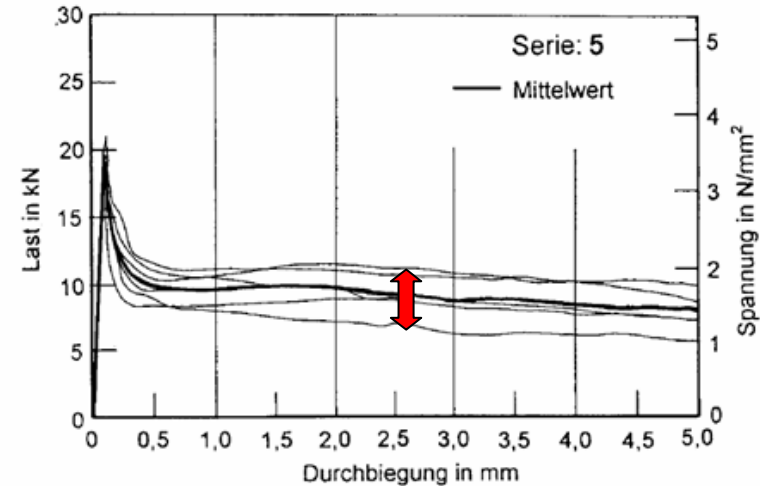


Bild 9.5: Last-(Spannungs-) Durchbiegungskurven der Versuchsserie S5 (25 kg/m<sup>3</sup> Dramix RC-65/60-BN)

**FIBRAS ENCOLADAS: menor dispersión**

Las fibras encoladas presentan una menor dispersión dentro de la matriz del hormigón frente a las fibras sueltas.

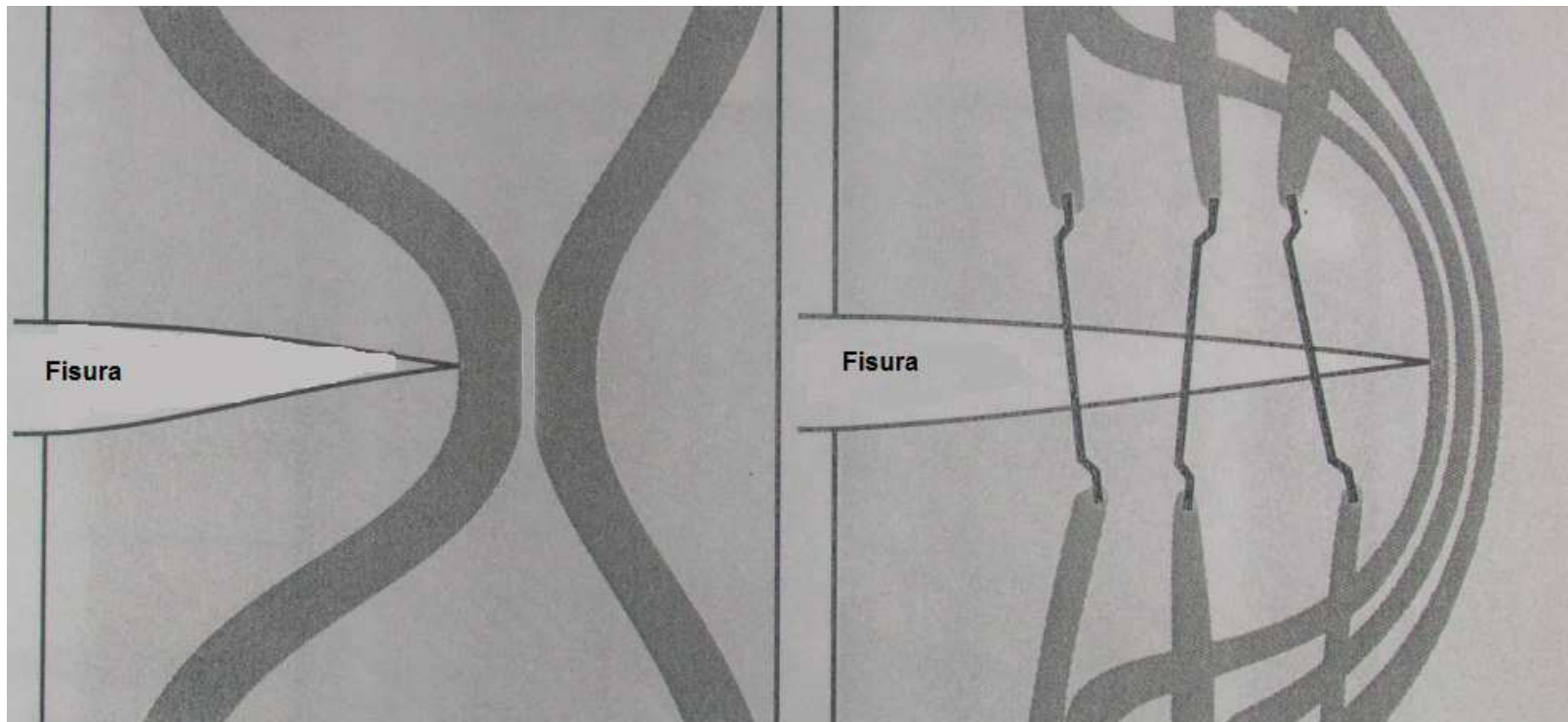
Las fibras encoladas ofrecen más seguridad y mayor garantía.

### **Las prestaciones serán mayores cuando:**

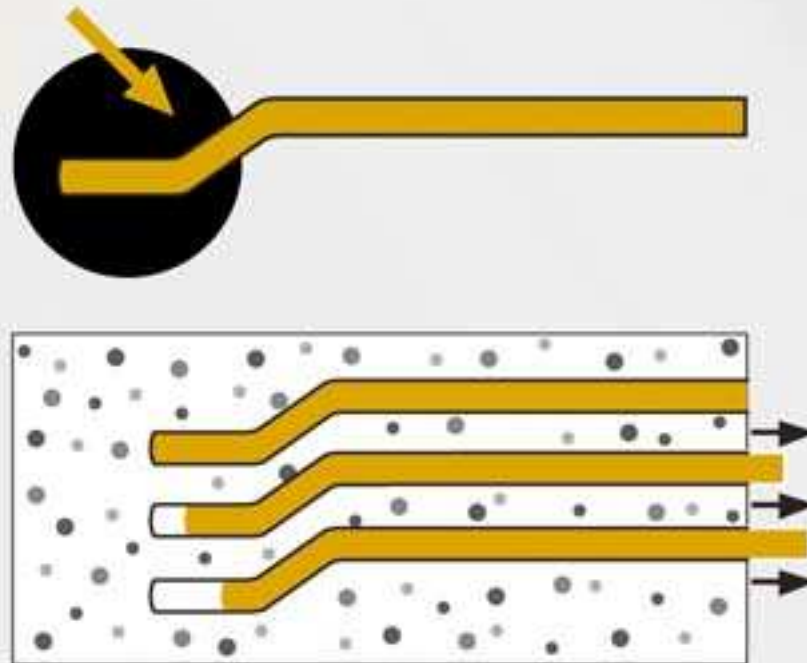
- **Mayor sea su esbeltez:  $L/d$**
- **El diámetro de las fibras sea menor ya que este determina la longitud de la red dentro de la matriz: cuanto más fino sea el diámetro más densidad tendrá la red**
- **Mayor sea la resistencia a la tracción del hilo de acero (normalmente será  $\geq 1.000$  Mpa).**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

## PUNTOS DE SUTURA

**LAS FIBRAS DE ACERO SE COMPORTAN COMO “PUNTOS DE SUTURA” DENTRO DEL HORMIGÓN, IMPIDIENDO ASÍ LA PROPAGACIÓN DE LAS FISURAS HACIA SU INTERIOR Y RETARDANDO EL COLAPSO**



# INGENIERÍA DE CALIDAD EN TECNOLOGÍA PARA FIBRAS DE ACERO

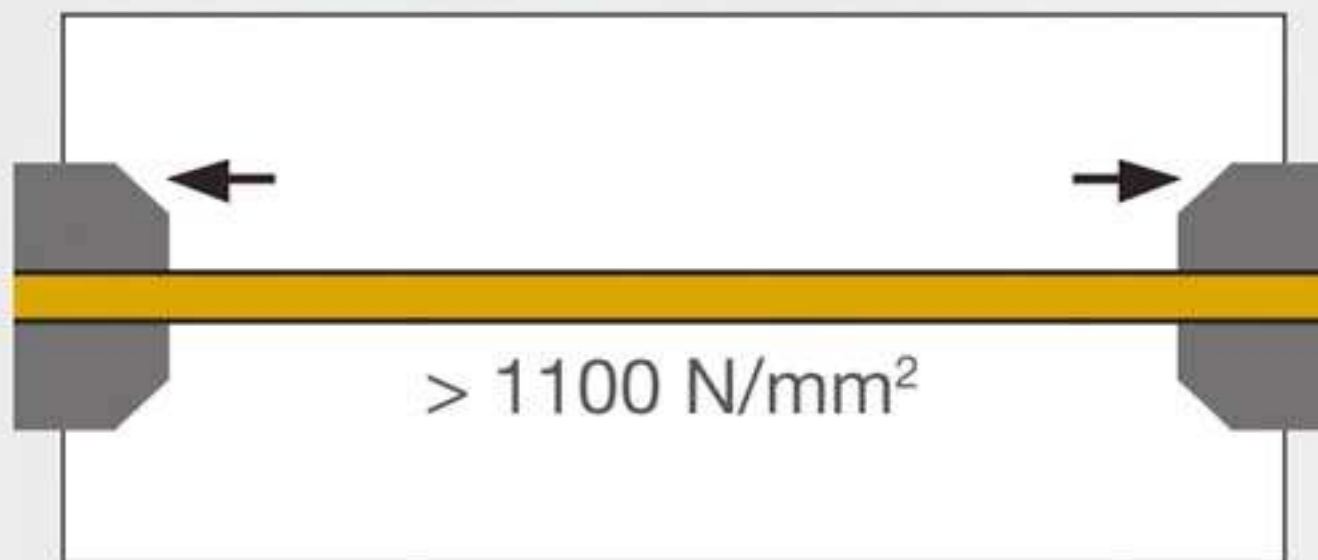


**PULL-OUT  
RESISTENCIA  
OPTIMA**

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



## INGENIERÍA DE CALIDAD EN TECNOLOGÍA PARA FIBRAS DE ACERO



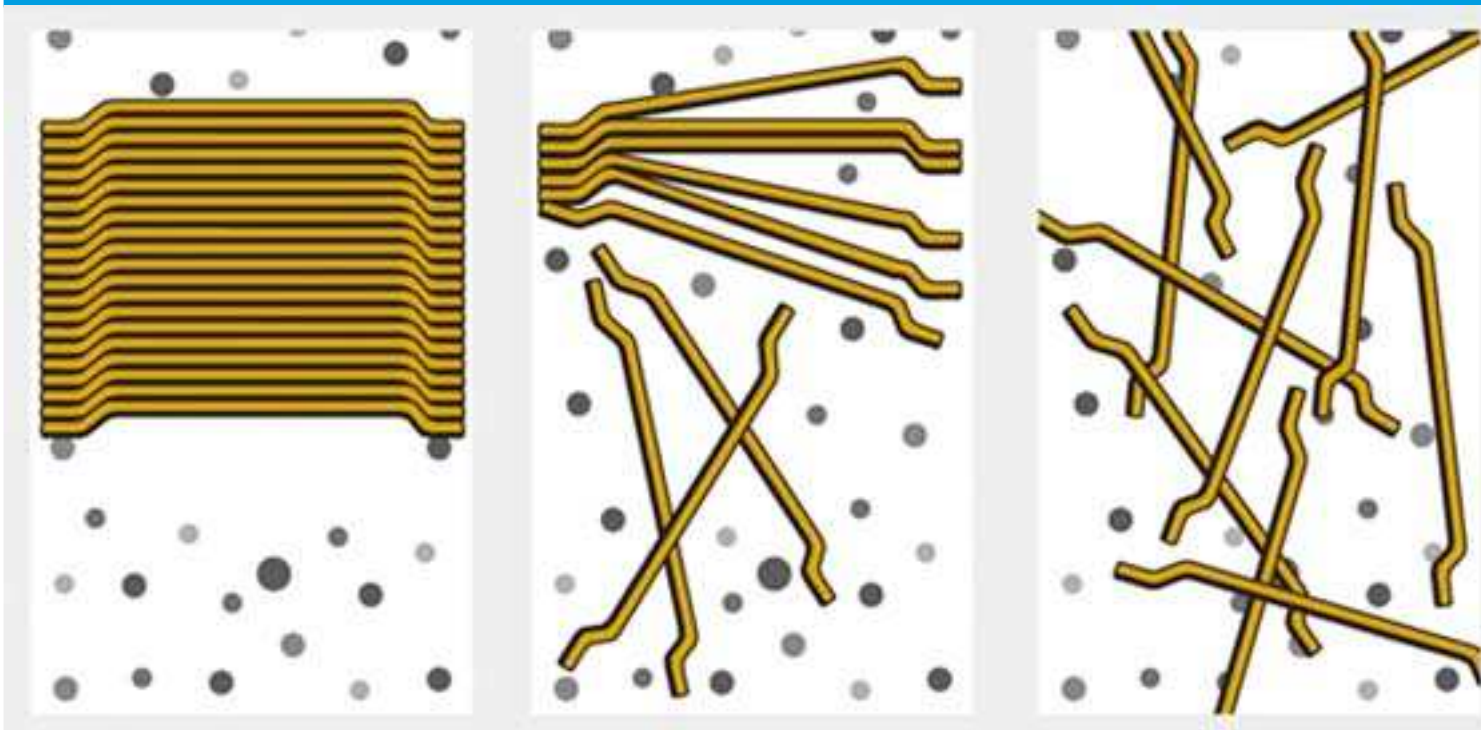
**ALTA  
RESISTENCIA  
A LA  
TRACCION**

Las fibras de acero Dramix® están hechas con alambre de primera calidad para trefilar, con esto se garantiza una alta resistencia a la tracción y tolerancias muy estrechas.





## 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 concreto



# INGENIERÍA DE CALIDAD EN TECNOLOGÍA PARA FIBRAS DE ACERO

Type	L/D	number of fibres/kg	wire length (m) in 1 kg
RL-45/50-BN	45	2800	140
RC-80/60-BN	80	4600	276

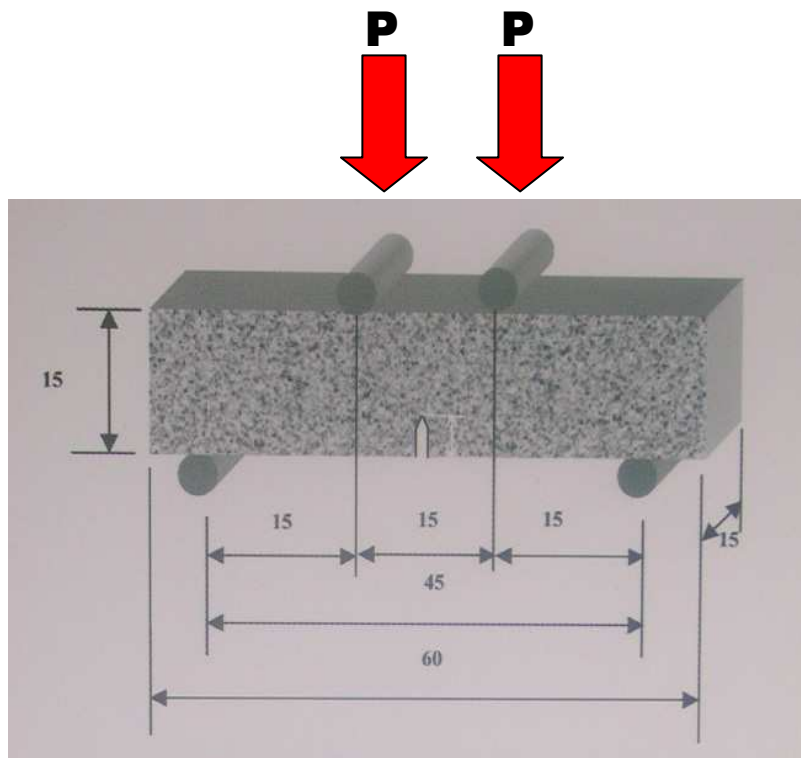
double wire length!

**DOSIS BAJAS GRACIAS A ALTA RELACION LONGITUD - DIAMETRO**

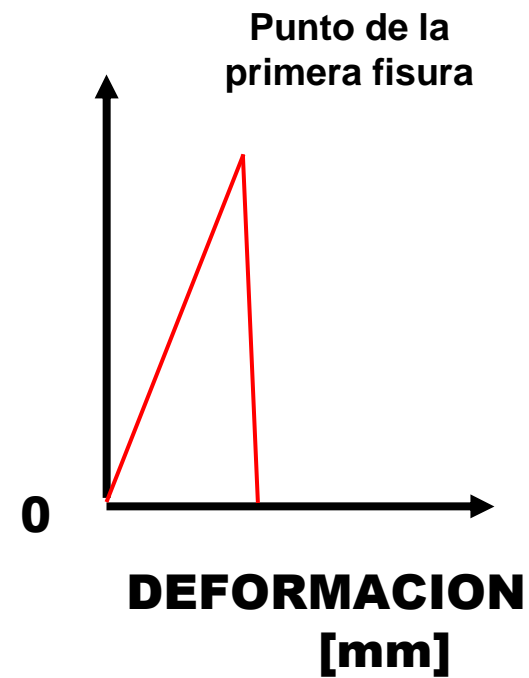
Gracias a su larga y fina forma, las fibra de acero Dramix® tiene el mayor efecto de red de fibra a lo largo del concreto. Esto resulta en el más óptimo control de fisuras.



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



**CARGA**  
[kN]

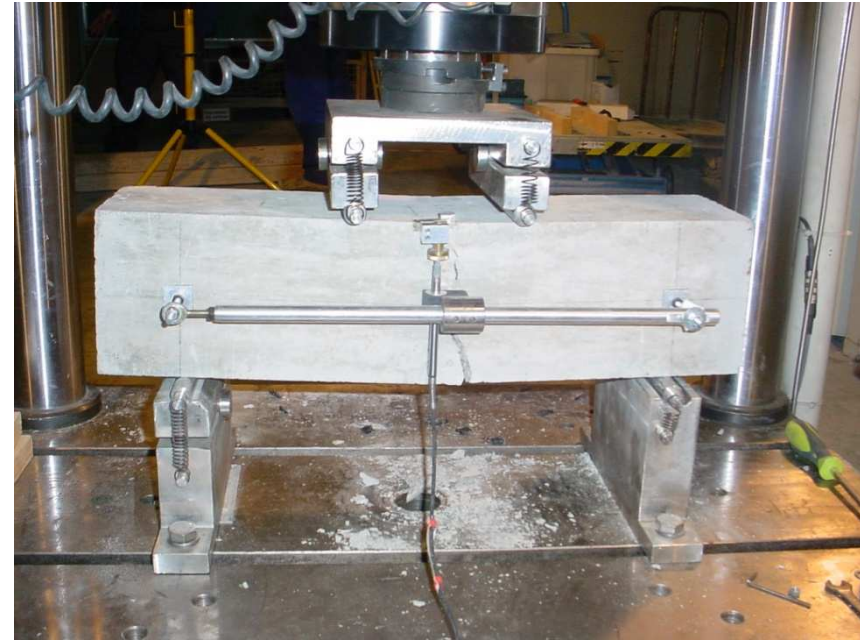


## FLEXOTRACCION HORMIGON Sin Fibras



**Colapso de una viga de hormigón en masa a flexotracción**

## FLEXOTRACCION HORMIGON Con Fibras



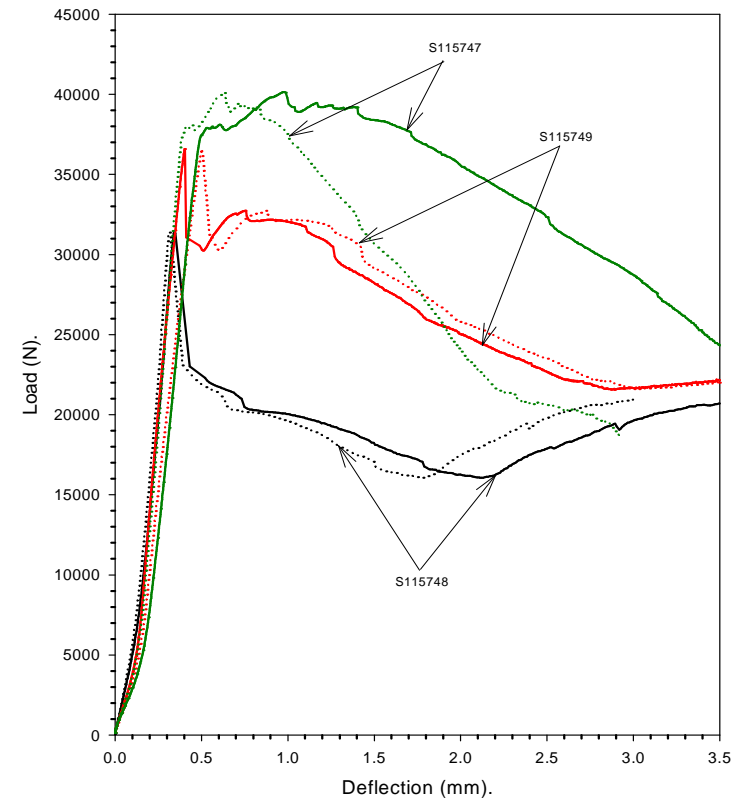
**El hormigón reforzado con fibras de acero no ROMPE después de producirse la primera fisura.**

# TENACIDAD

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



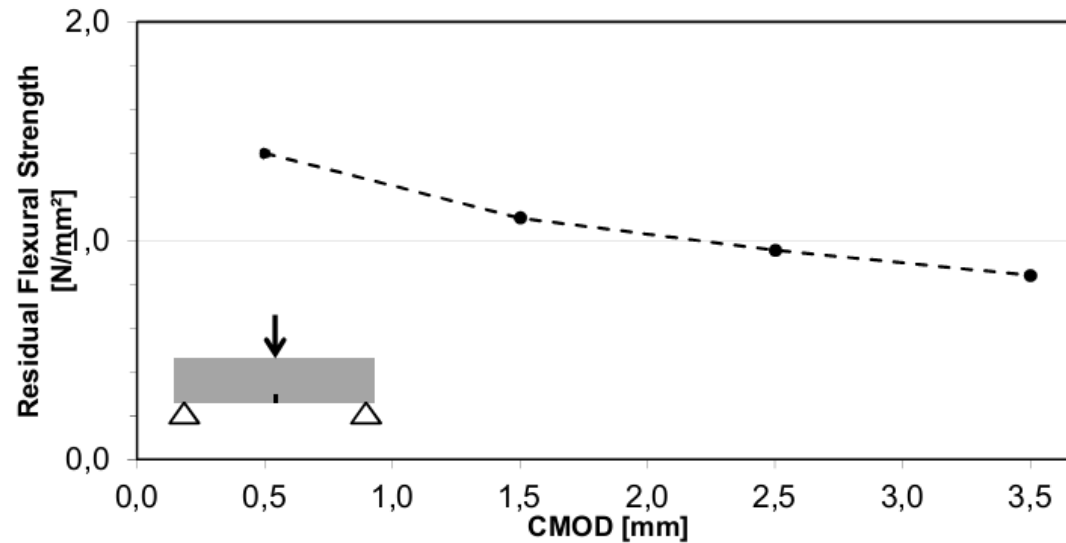
Load versus Deflection of  
Dramix Fiber Concrete.



# RESISTENCIA RESIDUAL A FLEXIÓN – EN 14651

## Residual Flexural Strength\*

20 kg/m<sup>3</sup> Dramix 3D 45/50BL in C25/30

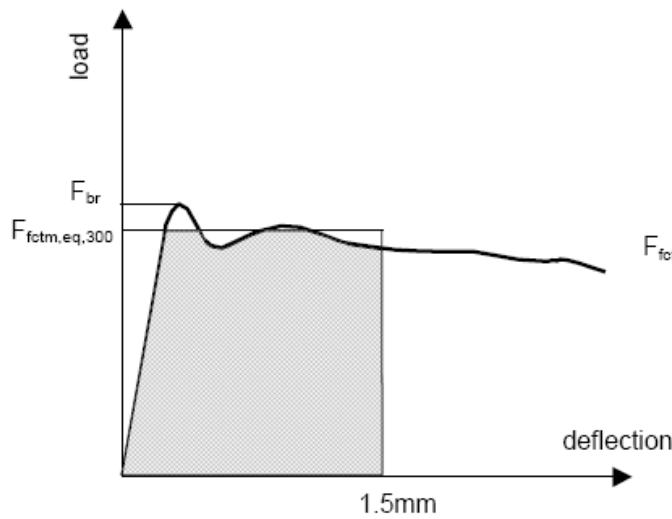
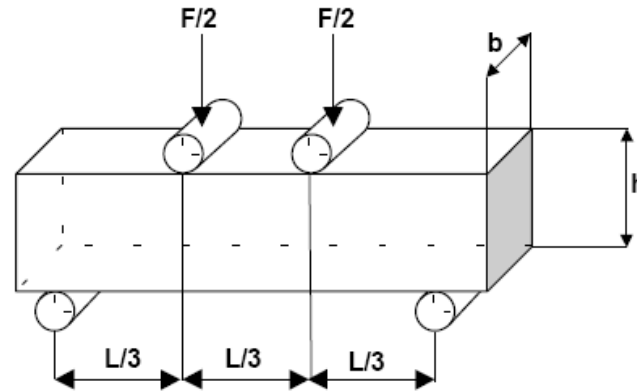


Average residual flexural strength  $f_{Ri,m}$  according to EN 14651.\*

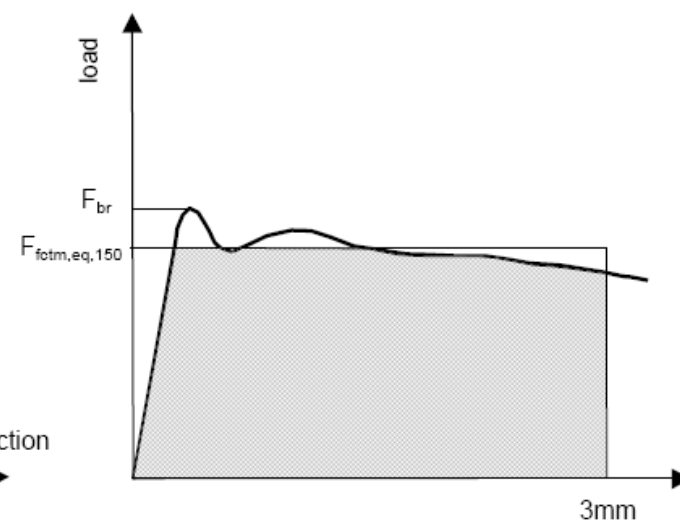
Only valid for the mentioned combination of fibre type, dosage and concrete compressive strength.

fibre type	<b>Dramix<sup>®</sup></b>	<b>3D 45/50BL</b>
dosage	20 kg/m <sup>3</sup>	
concrete	C25/30	
CMOD 0,5mm	$f_{R1,m} =$	1,4 N/mm <sup>2</sup>
CMOD 1,5mm	$f_{R2,m} =$	1,1 N/mm <sup>2</sup>
CMOD 2,5mm	$f_{R3,m} =$	1,0 N/mm <sup>2</sup>
CMOD 3,5mm	$f_{R4,m} =$	0,8 N/mm <sup>2</sup>

# DIAGRAMA DE TENSIONES A FLEXOTRACCION – EN 14861



SLS estado límite de servicio

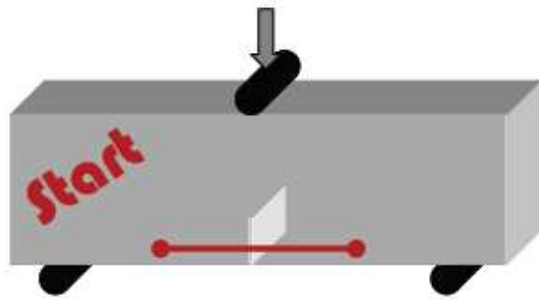


ULS estado límite último

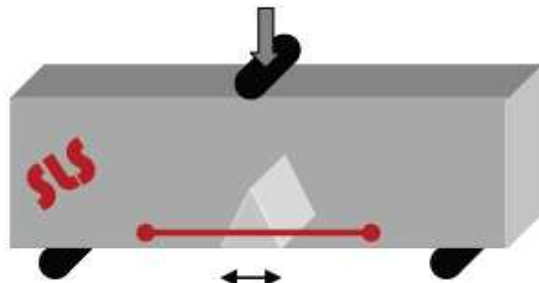


# ESTADO LIMITE ULTIMO – ULS

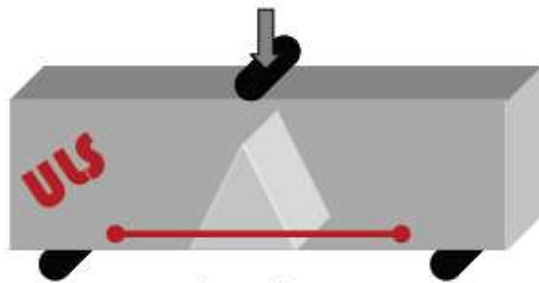
## EN 14861



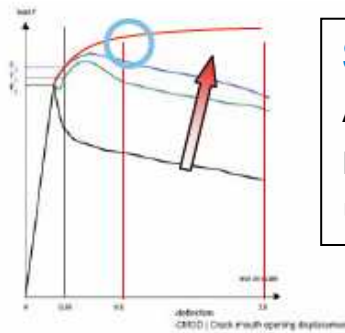
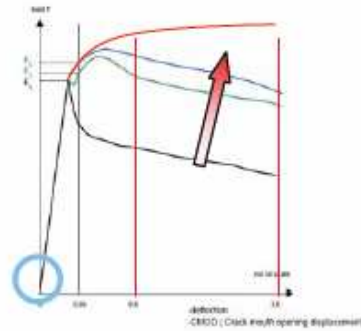
Start: CMOD= 0mm



CMOD = 0.5mm

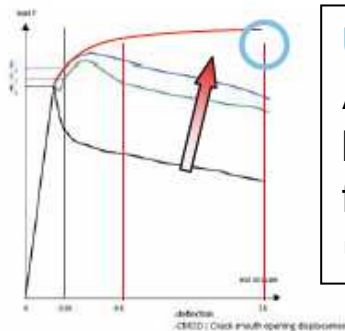


CMOD = 3.5mm



### SLS (Service Limite State):

At low crack openings fibers must rapidly take over the force  
⇒ PERFECT ANCHORAGE



### ULS (Ultimate Limite State):

At high crack openings fiber cannot be broken and should still take up high forces  
⇒ HIGH STRENGTH AND DUCTILITY

 **BEKAERT**

better together

## Resistencia A FLEXOTRACCION

- El hormigón reforzado con fibras de acero **NO ROMPE** después de producirse la primera fisura.
- **SIGUE ABSORBIENDO** energía hasta llegar a un valor de la tensión muy superior al de la primera fisura.

Hormigones que rompen a flexotracción a 3,5 Mpa, con incorporación de fibras de acero llegan perfectamente a 9,8 Mpa. Continuando su absorción de energía hasta llegar a la rotura con una deformación que puede ser muy elevada.

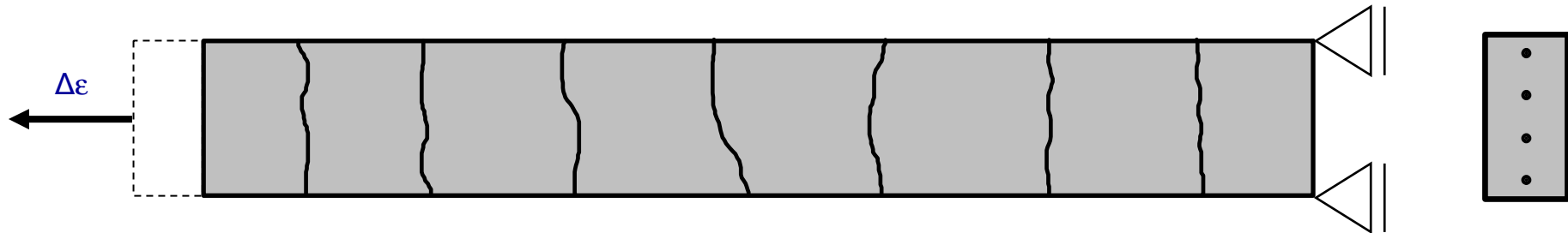
Estos hormigones llegan a tener índices de tenacidad muy elevados.

## CARACTERISTICAS DEL HORMIGON

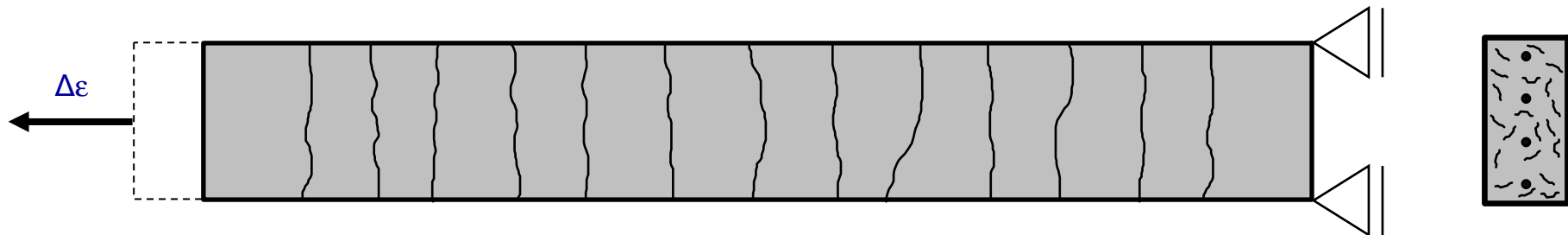
- Relación agua/cemento: 0,45 – 0,55
- Cemento: 300 - 350 kg/m<sup>3</sup>
- Cono de Abrahams: 13 cm para extender a mano, y 7 – 9 para extendedora láser. Hay que tener en cuenta que la adición de la fibra reduce el cono en función del tipo y la cantidad.
- Fluidificantes en proporción del 0,8 al 1% del peso del cemento, para hacer más trabajable la masa.
- La fibra deberá quedar homogéneamente mezclada en la masa.

# Effect of Steel Fibres on Crack Width

traditional reinforcement:



combined reinforcement:



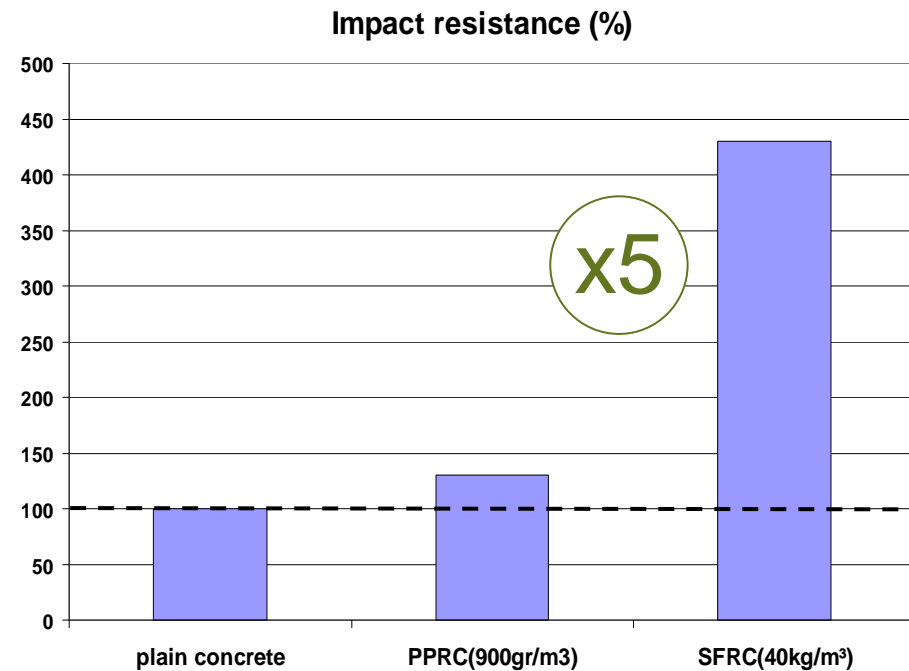
same reinforcement + Dramix<sup>®</sup> = more but smaller cracks

→ better

 **BEKAERT**

better together

## 2 Aumenta la resistencia al impacto



Postpone and reduce the crack happening and increase the post-crack stiffness and load carrying capacity.

# 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**
  - 7.3.12 PAVIMENTOS DE HORMIGON 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**
  - Nueva Instrucción hormigón estructural
  - Aplicable desde el 1 diciembre 2008
  - Cálculo de pavimentos según teoría de las líneas de rotura (Losberg)
  - Anejo 14: Hormigón con fibras
- **MARCADO CE**
  - Obligatorio desde junio 2008

## - 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 prEN 14845-1. La unidad de medida de las fibras en  $\text{kg/m}^3$  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 nueva EHE 08 está vigente desde el 1<sup>ero</sup> de diciembre de 2008. Por primera vez se incorpora un Anejo que trata del hormigón reforzado con fibras metálicas: Anejo 14.
- RECOMENDACIONES PARA LA UTILIZACION DEL HORMIGON CON FIBRAS.
- Cálculos según la teoría de las líneas 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/mm<sup>2</sup>
- 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/mm<sup>2</sup>
- 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**

# DRAMIX: LA PRIMERA CE – CLASE 1



**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	<b>deformed</b>
Bundling	<b>glued</b>
Coating	-
Fibre Length (mm)	<b>60</b>
Diameter (mm)	<b>0.75</b>
Tensile strength (N/mm <sup>2</sup> )	<b>1225</b>

- **Consistence** with **10** kg/m<sup>3</sup> fibres - Vebe time = **8** sec  
 - **Effect on strength** in reference concrete: **10** kg/m<sup>3</sup>  
 To obtain > 1.5 N/mm<sup>2</sup> at CMOD= 0.5 mm and  
 > 1.0 N/mm<sup>2</sup> 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
<b>Campo de aplicación</b>	
• Uso estructural	• Uso no 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)	
<b>Control de calidad</b>	
• "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 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 n°4 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.

**¿Qué encontrar sobre Dramix® en el sello CE?**



**Industrias del Ubierna, S.A.**

Travesera de Gracia N° 30, 3°C  
 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 Zewegem - 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, Zewegem / Jooli'0-2007

**BEKAERT**

better together

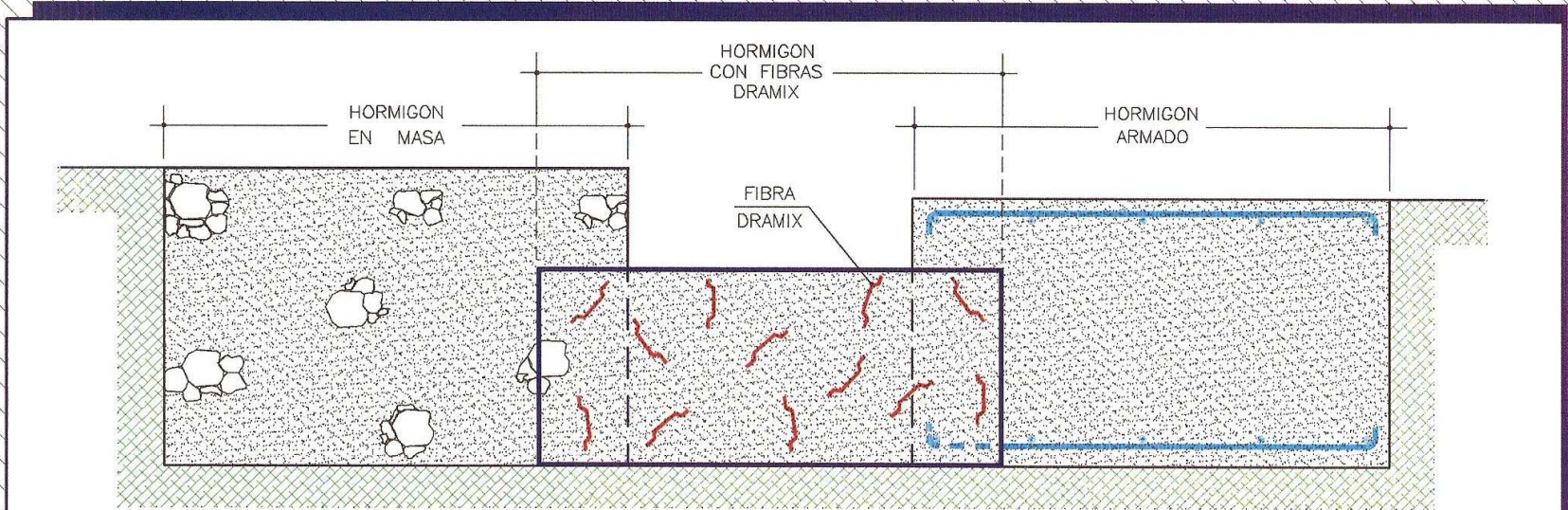
## PAVIMENTOS DE HORMIGÓN REFORZADOS CON FIBRAS DE ACERO

- El hormigón reforzado con fibras es un producto ideal para la ejecución de todo tipo de pavimentos.
- Los hormigones reforzados con fibras sustituyen y mejoran a los hormigones armados con mallazo.
- Mejores y mayores prestaciones, más facilidad de ejecución, menores espesores de hormigón.

# HORMIGONES REFORZADOS CON FIBRAS

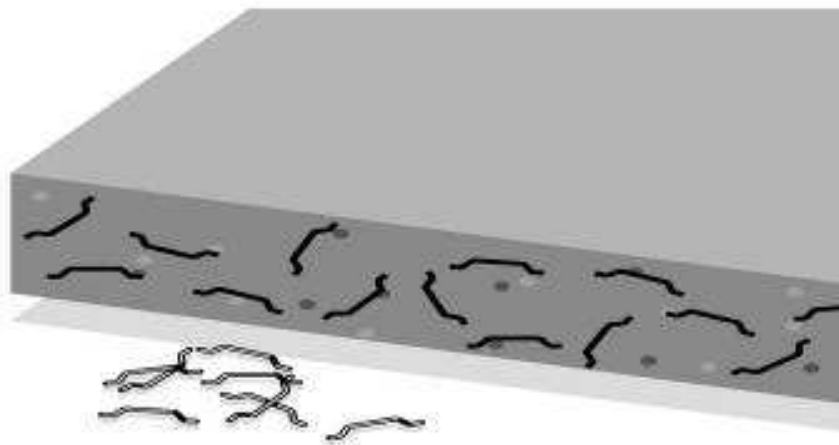
HORMIGONES ó GUNITAS CON FIBRAS DE ACERO

**BEKAERT**

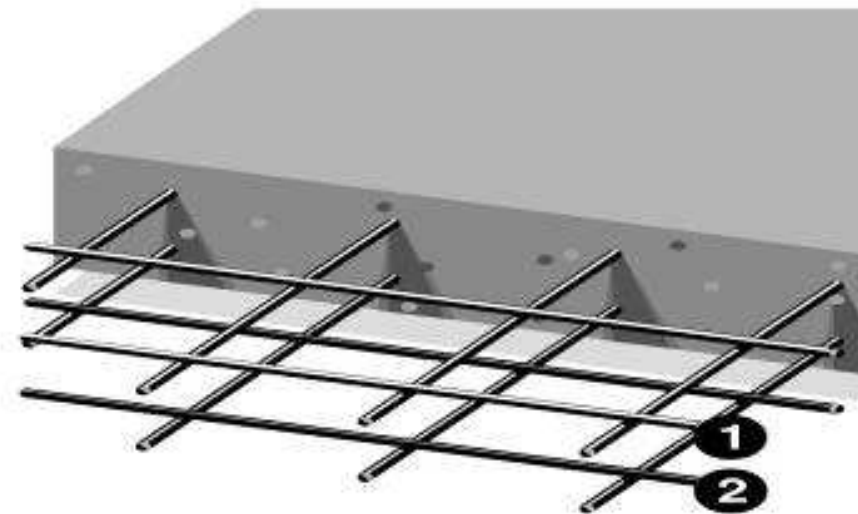


• PAVIMENTOS	> ESPESOR < (Reduccion espesor) ( 20%-30 % )	• TUNELES
• SOLERAS	< FLEXOTRACCION > ( 20%-250% )	• TALUDES
• TUBOS SIN ARMAR	>> DEFORMACION BAJO CARGAS MANTENIDAS <	• TUBOS ARMADOS
• CANALES	<<< RESIST. IMPACTO CHOQUE (1 a 100 veces)>>>	• DOVELAS
• ALIVADEROS DE PRESAS.	<<< RESIST., FATIGA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

## Ventajas de las fibras de acero comparadas con el mallazo



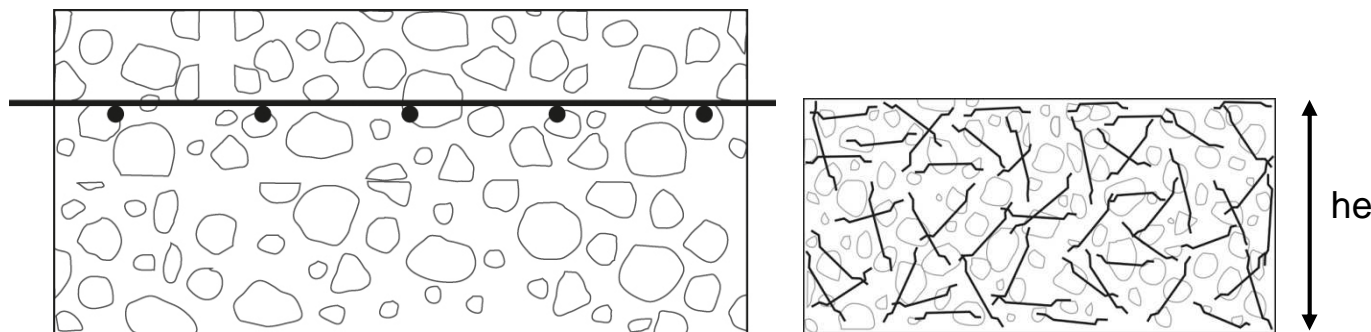
- ✓ Reducen el espesor
- ✓ Un mejor pavimento



- ✓ Ejecución más rápida
- ✓ Pavimento más ecológico

## Advantage of steel fibre floor compared with rebar/mesh

Make a thinner and CHEAPER floor than rebar reinforced



Need no concrete cover with SFRC



a thinner & cheaper floor for a given load

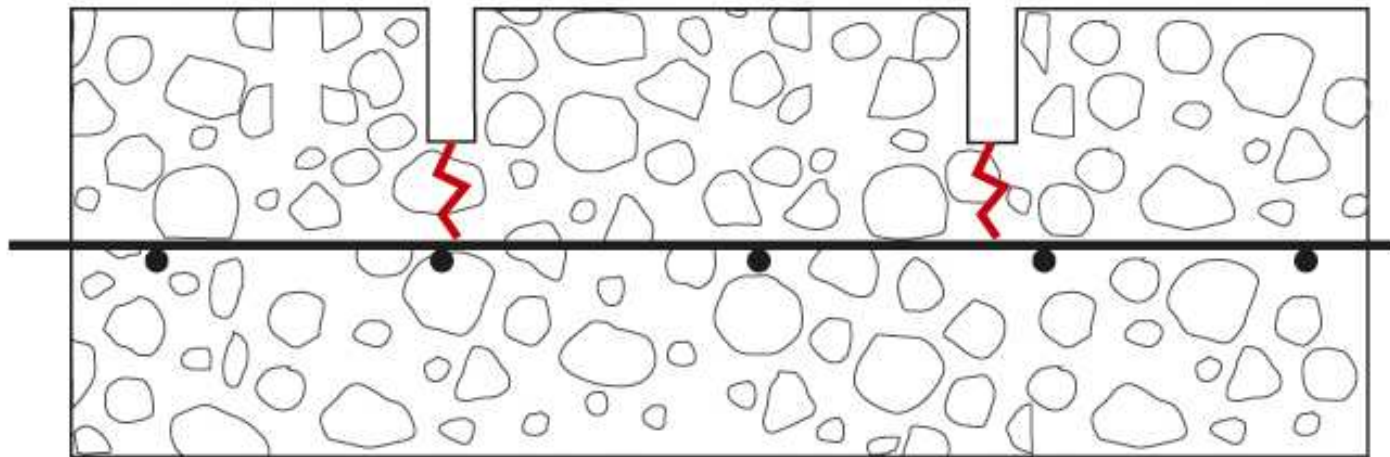
## Ventajas de las fibras de acero comparadas con el mallazo

### Mejor pavimento

- 1 Un mallazo simple superior no puede controlar la formación de fisuras
- 2 Dramix® proporciona un refuerzo por todas partes
- 3 Capa superficial reforzada
- 4 No hay problemas en las juntas (hasta 8 m.)
- 5 Pavimentos con mayor durabilidad
- 6 Mayor resistencia al impacto



1 A single mesh in the bottom is not working to avoid crack formation

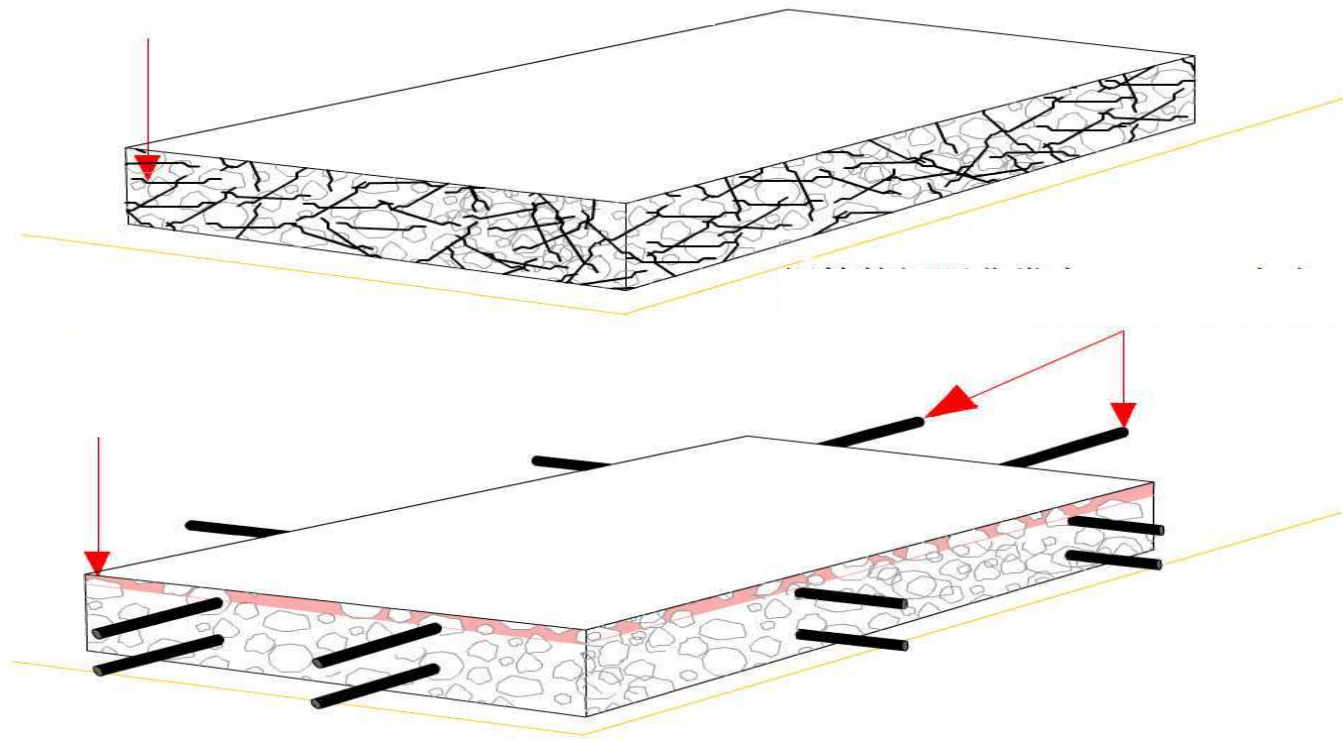


Reinforcement mesh is continue, joint is not working



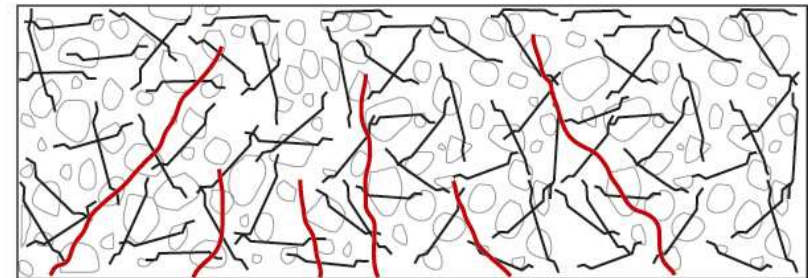
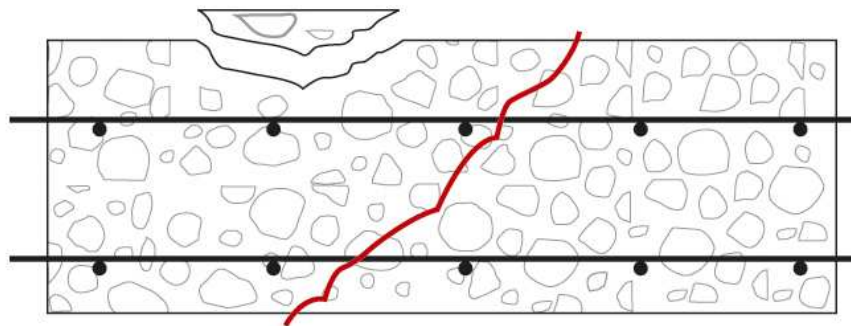
allows uncontrolled cracks

② Dramix® delivers reinforcement everywhere

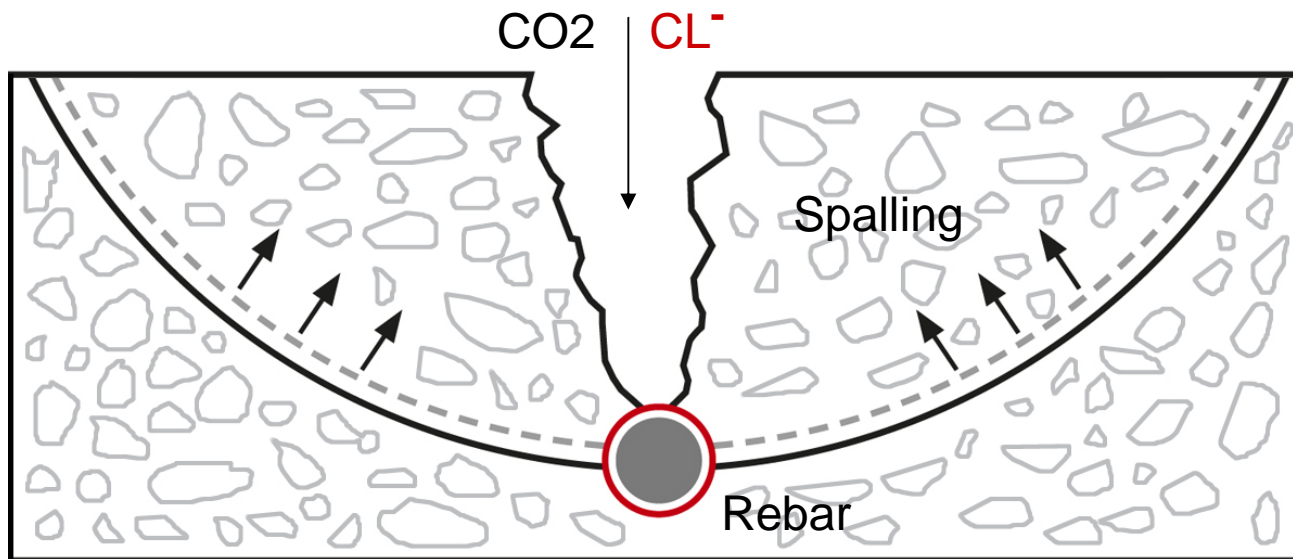


Advantages over rebar/mesh

③ No unreinforced toplayer, avoiding spalling



5 Creating durable floors



Create durable floors

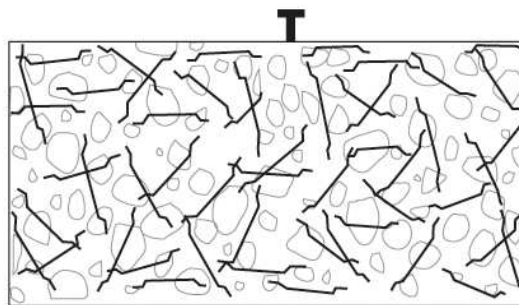
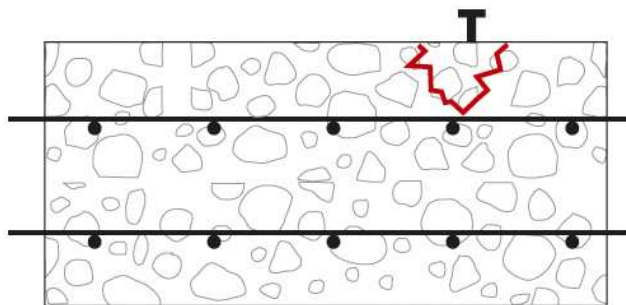


Minimalizing crack widths

Avoid spalling

## 6 Avoid fixing problems

Easily install equipment such as rack etc.





**Reforzando  
el futuro**

Dramix®

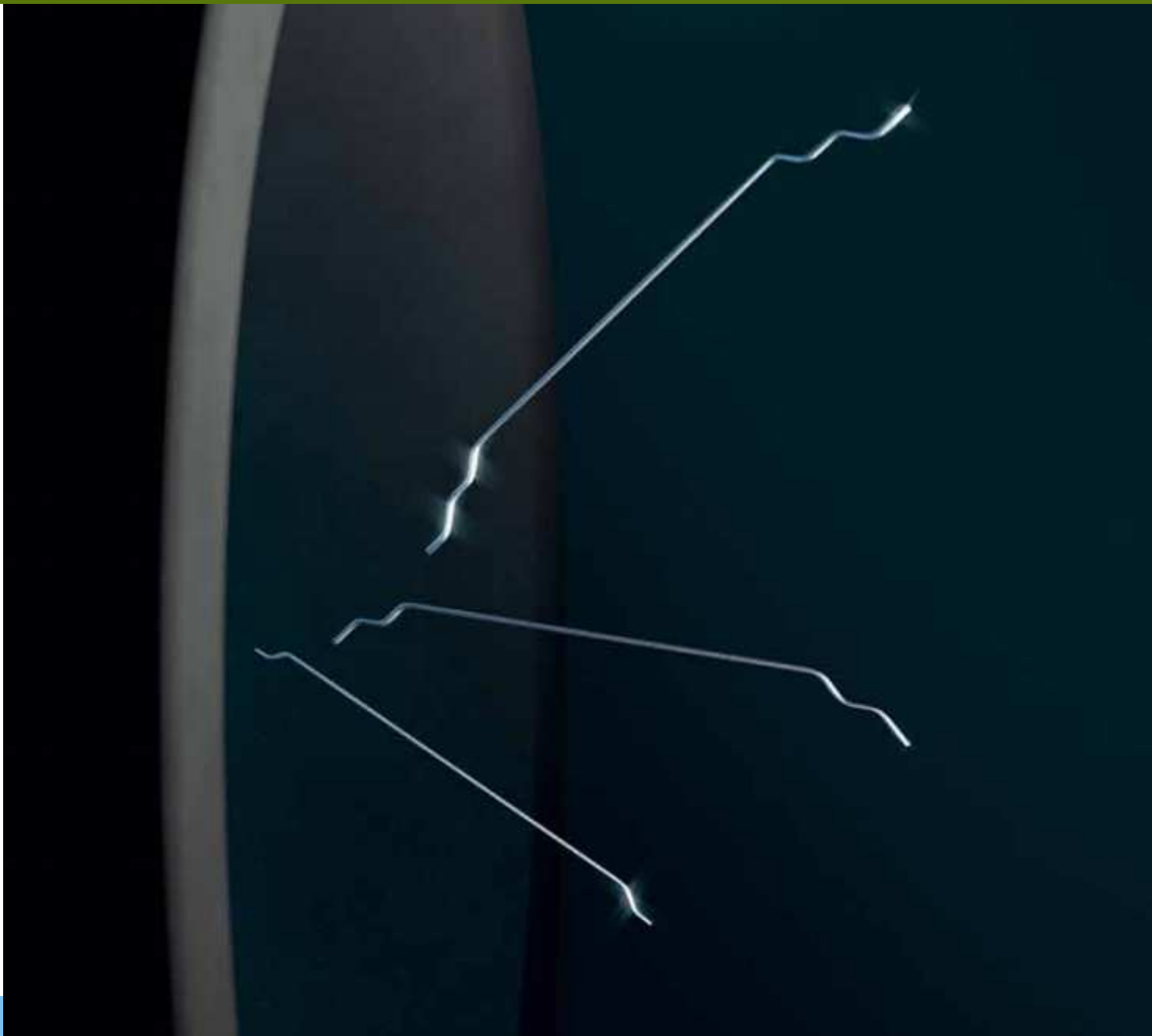
# La gama Dramix® refuerza

- > Su creatividad
- > Su rendimiento
- > Su comodidad
- > Su rentabilidad

Dramix®







 **BEKAERT**

better together



## Estructuras ligeras a ELU

- > Pavimentos (con y sin juntas de corte)
- > Cimentaciones para viviendas unifamiliares
- > Hormigón gunitado
- > Tuberías prefabricadas



## Exigencias a ELS (refuerzo combinado)

- > Pavimentos de refuerzo combinado
- > Losas estructurales ELS
- > Pavimentos para cargas muy elevadas
- > Pavimentos sin ninguna junta, ni corte ni dilatación

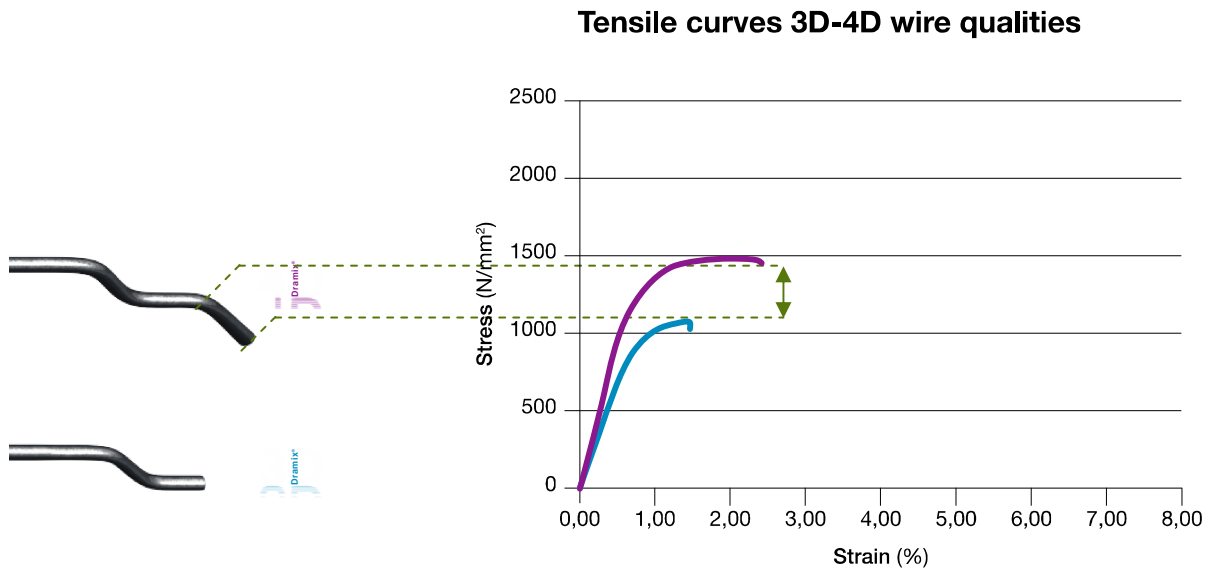


## Refuerzo estructural al ELU

- > Pavimentos estructurales (pavimentos sobre pilotes)
- > Losas de cimentación (para apartamentos)
- > Dovelas para túneles
- > Estructuras de ingeniería civil
- > Puentes

# Dramix®

## Mejor resistencia a tracción + Anclaje mejorado

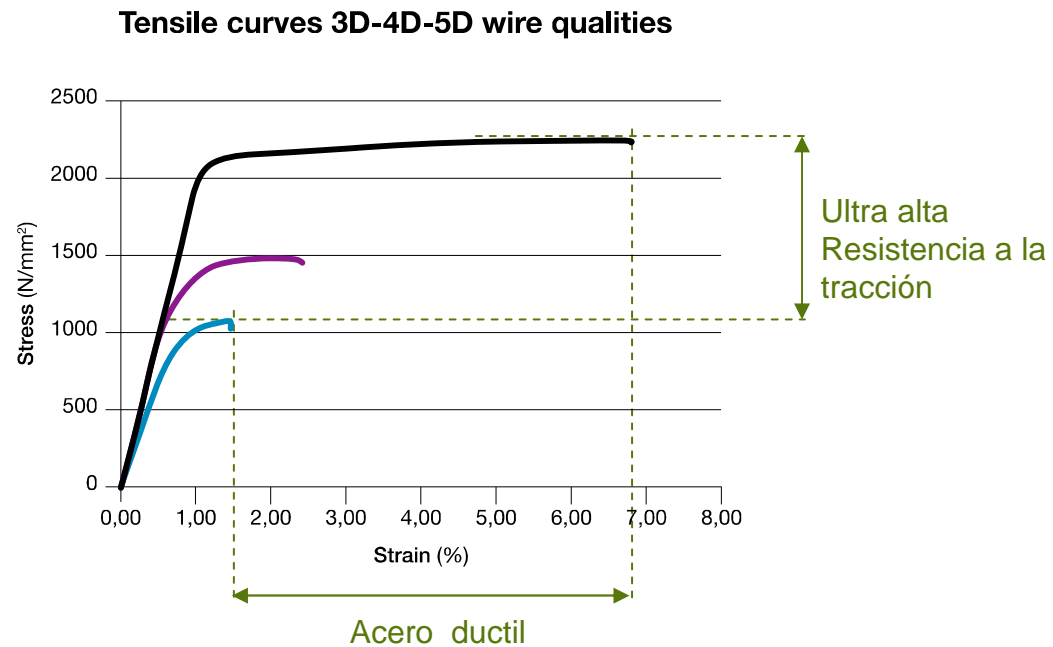
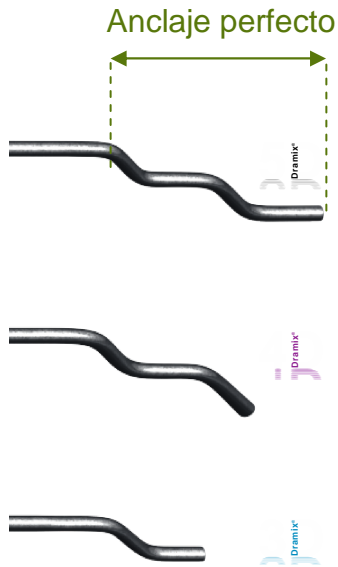


 **BEKAERT**

better together

## Anclaje perfecto

- + Ultra alta resistencia a la tracción
- + Acero ductil



## Dramix®



- > La mejor relación L/D, las mejores prestaciones
- > Anclaje diseñado para una resistencia a la tracción “normal”
- > **Muchas veces imitada, jamás igualada**



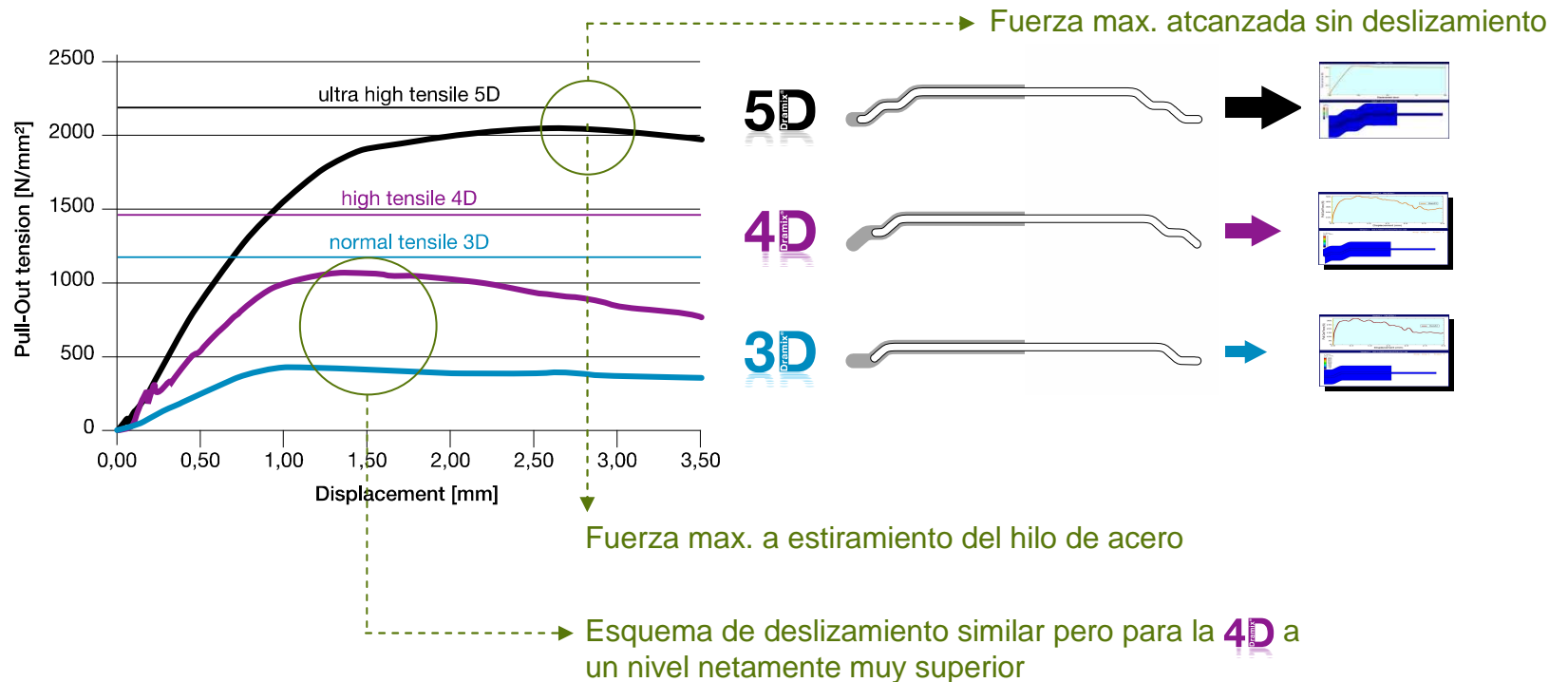
- > La mayor relación L/D, las mejores prestaciones
- > Anclaje diseñado para una resistencia a la tracción “alta”
- > **Da los mejores resultados a ELS**



- > La mayor relación L/D, las mejores prestaciones
- > Anclaje diseñado para una resistencia a la tracción “ultra alta”
- > Ductilidad inigualable
- > **Niveles de prestaciones jamás vistos**

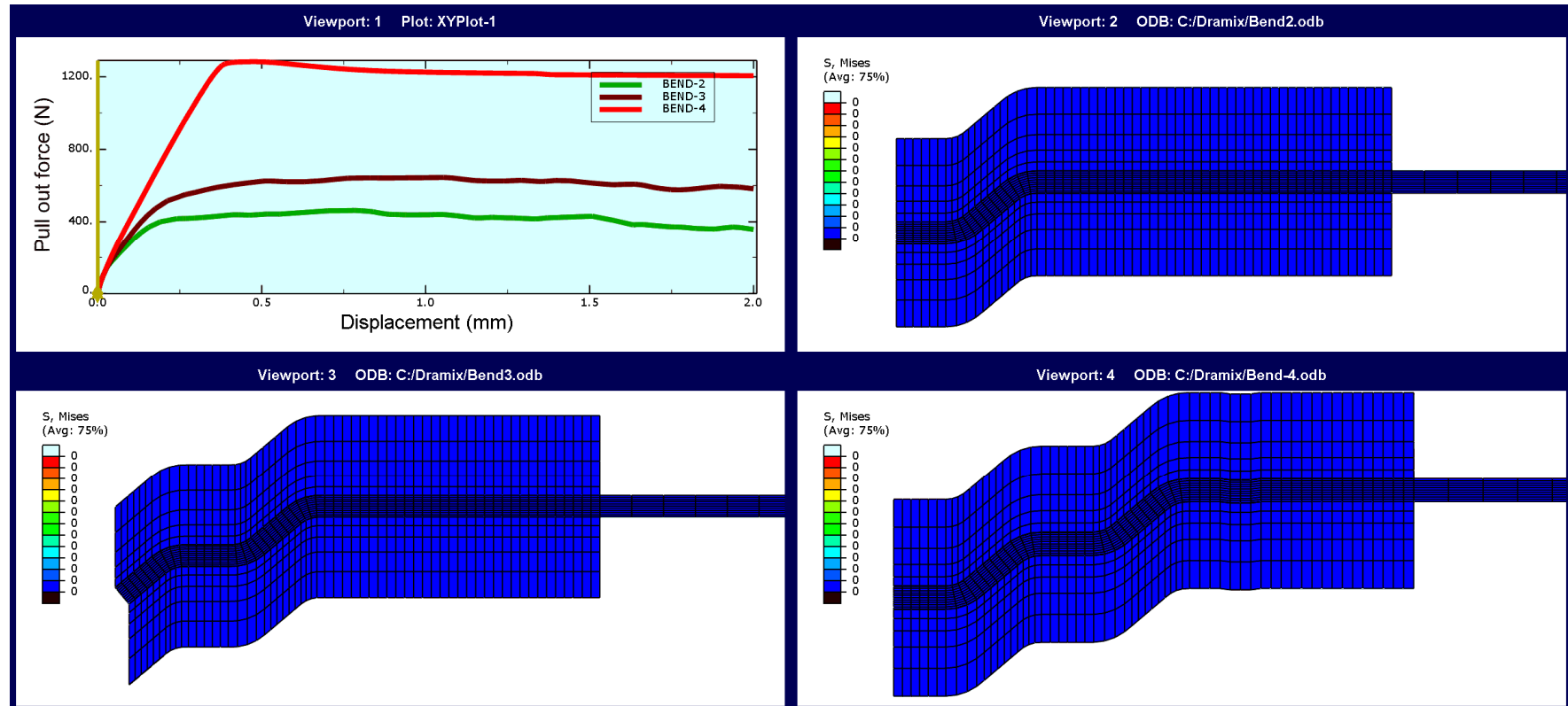
# Pull-out test

Pull-Out Test of Dramix® 3D, 4D and 5D



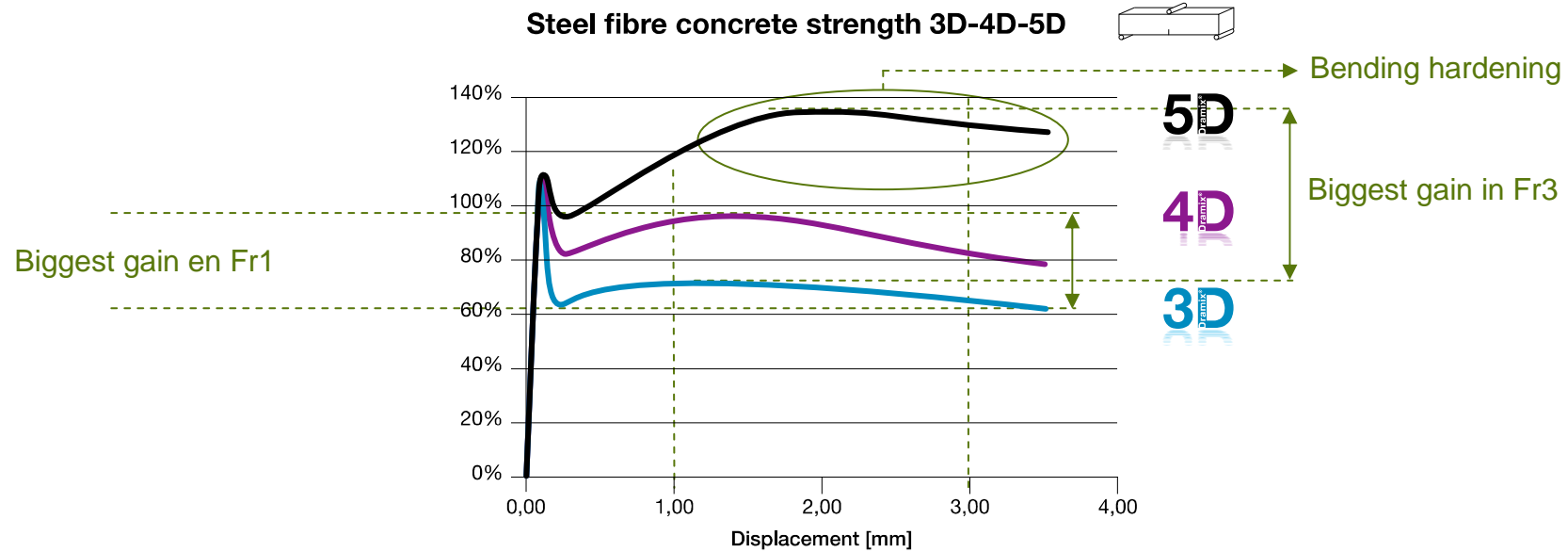
\*Comparación entre una 3D – 4D – 5D con la misma longitus y mismo diámetro

# Pull-out test 3D, 4D and 5D



\*Compativo entre 3D – 4D – 5D con misma longitud y mismo diámetro

# EN 14651 – ENSAYO DE VIGA





# Dramix®

## Una gama completa

### 5D

**Familia**

5D

4D

3D

**Definición**

- El tipo de anclaje
- La calidad del acero

### 65

### /

### 60

**Esbeltez L/D**

80

65

55

45

**Long.**

60

50

40

35

30

### B

**Acabado**

**B** : Acero gris

**G** : Galvanizado

**S** : Inox

### G

**Conditionamiento**

**G** : Encoladas

**L** : Sueltas

**B** : Banda

Contactenos para conocer las combinaciones disponibles

 **BEKAERT**

better together

**Dramix®**

## Soporte de cálculo

- > La fibra mas apropiada
- > Le dosificación óptima
- > La mejor relación coste/prestaciones

# PRESCRIPCION

**Un coche rojo no es igual a un coche rojo...**



# Dramix® 5D – 4D – 3D

## Design support for all applications

- Most suitable fibre
- Optimal dosage
- The best cost/performance ratio
- In-house developed design software

**Floors on grade**  
**3D**

**Floors on piles**  
**4D**

**Fluid tight structures**  
**5D**

**Bending moments capacity for structural applications**  
**5D**

### Que tipo de pavimento queremos tener?

- **Dónde? Sub-base:**
  - CBR
  - Coeficiente de Westergaard:  $k$
  - Relación  $E_{v2} / E_{v1}$
- **Cargas**
  - Estáticas
  - Dinámicas
- **Tipo de hormigón**
- **Distancia entre las juntas / sin juntas**

## Pavimentos sin juntas



# PAVIMENTOS SIN JUNTAS





## - ALMACENES AUTOPORTANTES

 **BEKAERT**

better together



# Almacenes autoportantes



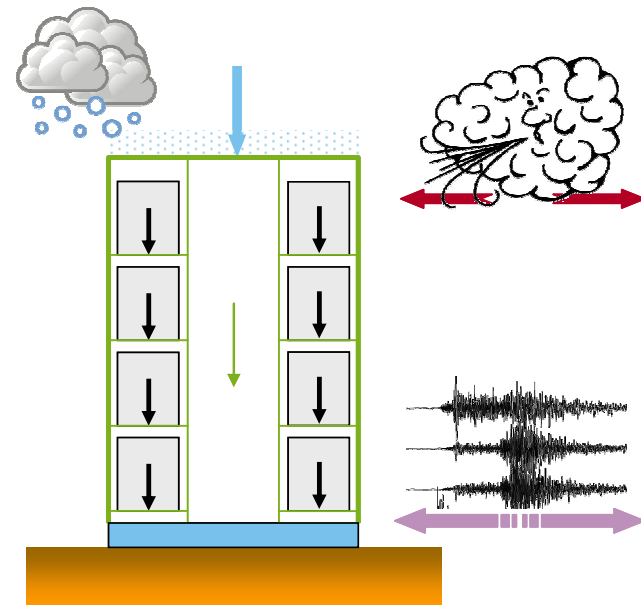
## What is a Clad Rack?

Clad Rack buildings or Rack Supported Buildings are typically advanced logistic centrals for handling for high frequency handling. The main advantages are the high automation level and highly effective use of space. They are really large logistic robots and often referred to as Automated Storage-Retrieval Systems (AS-RS).

The use of Clad Racks for AS-RS is growing throughout the world today and especially suited for cold environments or handling of sensitive goods as the process is fully automated in the storage area.

The Clad Rack building is supported by a concrete raft that has to be correctly designed for all load combinations from racks, snow, wind and seismic conditions. It may bear a resemblance to an industrial floor but it has a different function and has to be designed accordingly.

Bekaert has over 10 years of experience of Clad Rack foundation design and can offer correct and attractive designs with Dramix steel fiber solutions.





# better together

Ramon Badell

[ramon.badell@bekaert.com](mailto:ramon.badell@bekaert.com)

[www.bekaert.com/building](http://www.bekaert.com/building)