

INSTITUTO DE CIENCIAS  
DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA  
C/ Serrano Galvache n.º 4, 28033 Madrid  
Tel. (+34) 91 3020440  
e-mail: [dit@ietcc.csic.es](mailto:dit@ietcc.csic.es)  
web: [dit.ietcc.csic.es](http://dit.ietcc.csic.es)



## DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA: N.º 595R/23

Publicación emitida por el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. Prohibida su reproducción sin autorización.

<b>Área genérica / Uso previsto:</b>	<b>Sistemas de refuerzo de estructuras de edificación de hormigón</b>
<b>Nombre comercial:</b>	<b>SISTEMA DRIZORO<sup>®</sup> COMPOSITE y DRIZORO<sup>®</sup> WRAP</b>
<b>Beneficiario:</b>	<b>DRIZORO, S.A.U.</b>
<b>Sede social:</b>	Polígono Industrial Las Monjas C/ Primavera, 50-52 28850 TORREJÓN DE ARDOZ (Madrid). España
<b>Validez. Desde:</b>	20 de junio de 2023
<b>Hasta:</b>	20 de junio de 2028 (Condicionada a seguimiento anual)

**Este Documento consta de 28 páginas**



MIEMBRO DE:

UNIÓN EUROPEA PARA LA EVALUACIÓN DE LA IDONEIDAD TÉCNICA EN CONSTRUCCIÓN  
UNION EUROPEENNE POUR L'AGREMENT TECHNIQUE DANS LA CONSTRUCTION  
EUROPEAN UNION FOR TECHNICAL APPROVAL IN CONSTRUCTION  
EUROPÄISCHE UNION FÜR DAS AGREMENT IN BAUWESEN



## MUY IMPORTANTE

El DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA constituye, por definición, una apreciación técnica favorable por parte del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, de la aptitud de empleo en construcción de materiales, sistemas y procedimientos no tradicionales destinados a un uso determinado y específico. No tiene, por sí mismo, ningún efecto administrativo, ni representa autorización de uso, ni garantía. La responsabilidad del IETcc no alcanza a los aspectos relacionados con la Propiedad Intelectual o la Propiedad Industrial ni a los derechos de patente del producto, sistema o procedimientos de fabricación o instalación que aparecen en el DIT.

Antes de utilizar el material, sistema o procedimiento al que se refiere, es preciso el conocimiento íntegro del Documento, por lo que este deberá ser suministrado, por el titular del mismo, en su totalidad.

**La modificación de las características de los productos o el no respetar las condiciones de utilización, así como las observaciones de la Comisión de Expertos, invalida la presente evaluación técnica.**

C.D.U.: 695.059.32  
Refuerzo de estructuras  
Structural reinforcement  
Renforcement de structures

## DECISIÓN NÚM. 595R /23

EL DIRECTOR DEL INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA,

- en virtud del Decreto n.º 3652/1963, de 26 de diciembre, de la Presidencia del Gobierno, por el que se faculta al Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, para extender el DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA de los materiales, sistemas y procedimientos no tradicionales de construcción utilizados en la edificación y obras públicas, y de la Orden n.º 1265/1988, de 23 de diciembre, del Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno, por la que se regula su concesión,
- considerando el artículo 5.2, apartado 5, del Código Técnico de la Edificación (en adelante CTE) sobre conformidad con el CTE de los productos, equipos y sistemas innovadores, que establece que un sistema constructivo es conforme con el CTE si dispone de una evaluación técnica favorable de su idoneidad para el uso previsto,
- considerando las especificaciones establecidas en el Reglamento para el Seguimiento del DIT del 28 de octubre de 1998,
- en virtud de los vigentes Estatutos de l'Union Européenne pour l'Agrément technique dans la construction (UEAtc),
- de acuerdo a la solicitud formulada por la Empresa DRIZORO S.A.U., para la RENOVACIÓN del DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA N.º 595/18 concedido a los **Sistemas de refuerzo de estructuras de edificación de hormigón armado DRIZORO® COMPOSITE y DRIZORO® WRAP**,
- teniendo en cuenta los informes de visitas a obras y fábricas realizadas por representantes del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, los informes de los ensayos realizados en el IETcc o en otros laboratorios, así como las observaciones formuladas por la Comisión de Expertos para este Sistema, establecida conforme al Reglamento del DIT,

### DECIDE:

Renovar el DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA número 595R/18, **Sistemas de refuerzo de estructuras de edificación de hormigón armado DRIZORO® COMPOSITE y DRIZORO® WRAP**, con el número 595R/23, considerando que,

La evaluación técnica realizada permite concluir que el Sistema es **CONFORME CON EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (CTE)**, siempre que se respete el contenido completo del presente Documento y en particular las siguientes condiciones:



## CONDICIONES GENERALES

El presente DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA evalúa exclusivamente el Sistema constructivo propuesto por el beneficiario y tal y como se describe en el presente Documento, debiendo para cada caso, de acuerdo con la Normativa vigente, acompañarse del preceptivo proyecto técnico y llevarse a término mediante la oportuna dirección de obra. Será el proyecto técnico el que contemple las acciones que el Sistema transmite a la estructura general del edificio, asegurando que éstas son admisibles.

En cada caso, el beneficiario de este DIT, a la vista del proyecto técnico, proporcionará la asistencia técnica suficiente que permita el cálculo y definición del sistema para la ejecución de la obra, incluyendo toda la información necesaria de cada uno de los componentes.

## CONDICIONES DE CÁLCULO

En cada caso, el beneficiario del DIT comprobará, de acuerdo con las condiciones de cálculo indicadas en el Informe Técnico de este DIT, la estabilidad, resistencia y deformaciones admisibles, justificando la adecuación del sistema para soportar los esfuerzos mecánicos que puedan derivarse de las acciones correspondientes a los estados límite último y de servicio, en las condiciones establecidas por la Normativa en vigor y para la situación geográfica concreta.

## CONDICIONES DE FABRICACIÓN Y CONTROL

El fabricante deberá mantener el autocontrol que realiza en la actualidad sobre las materias primas, proceso de fabricación y producto acabado conforme a las indicaciones del apartado 5 del presente Documento.

## CONDICIONES DE UTILIZACIÓN Y DE PUESTA EN OBRA

El Sistema **DRIZORO® COMPOSITE** de refuerzo de estructuras de edificación de hormigón armado, está previsto para el refuerzo a flexotracción. El Sistema **DRIZORO® WRAP**, está previsto para el refuerzo a flexión y cortante de estructuras de edificación de hormigón armado y para el confinamiento de pilares. Ambos sistemas contribuyen a la estabilidad de la construcción.

La puesta en obra del Sistema debe ser realizada por empresas especializadas y cualificadas, reconocidas por DRIZORO, S.A.U. Dichas empresas garantizarán que la utilización del Sistema se efectúa en las condiciones y campos de aplicación cubiertos por el presente Documento respetando las observaciones formuladas por la Comisión de Expertos.

Se adoptarán todas las disposiciones necesarias relativas a la estabilidad de las construcciones durante el montaje, a los riesgos de caída de cargas suspendidas, de protección de personas y, en general, se tendrán en cuenta las disposiciones contenidas en los reglamentos vigentes de Seguridad y Salud en el Trabajo.

## VALIDEZ

El presente DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA N.º 595R/23 sustituye y anula el documento n.º 595R/18 y es válido durante un período de cinco años a condición de:

- que el fabricante no modifique ninguna de las características del producto indicadas en el presente Documento de Idoneidad Técnica,
- que el fabricante realice un autocontrol sistemático de la producción tal y como se indica en el Informe Técnico,
- que anualmente se realice un seguimiento, por parte del Instituto, que constate el cumplimiento de las condiciones anteriores, visitando, si lo considera oportuno, alguna de las realizaciones más recientes.

Con el resultado favorable del seguimiento, el IETcc emitirá anualmente un certificado que deberá acompañar al DIT, para darle validez.

Este Documento deberá, por tanto, renovarse antes del 20 de junio de 2028.

Madrid, 20 de junio de 2023

D. Ángel Castillo Talavera

EL DIRECTOR DEL INSTITUTO DE CIENCIAS  
DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA



## INFORME TÉCNICO

### 1. OBJETO

Los sistemas de refuerzo **DRIZORO® COMPOSITE** y **DRIZORO® WRAP** se basan en el empleo de materiales compuestos de fibras de carbono, que, adheridos externamente a elementos de estructuras de edificación de hormigón, consiguen aumentar su resistencia y de esta manera incrementar las condiciones de seguridad existentes.

Los sistemas han sido aplicados para incrementar la capacidad a flexión o cortante de vigas, viguetas, losas y pilares; y para mejorar la resistencia a compresión de pilares o para aumentar su ductilidad.

### 2. PRINCIPIO Y DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

Los sistemas de refuerzo con materiales compuestos se comercializan en variedad de formas (tejidos, laminados y barras preformados, etc.). Factores tales como el volumen de fibra, tipo de fibra, tipo de resina, orientación de las fibras, los efectos tridimensionales, y el control de calidad durante la fabricación, juegan un papel importante en las características de un material compuesto.

Los sistemas de refuerzo con materiales compuestos se pueden clasificar en función de su método de instalación.

El sistema de refuerzo debe ser seleccionado en base a la transferencia adecuada de cargas estructurales y a la facilidad y sencillez de aplicación. Los sistemas DRIZORO de aplicación de materiales compuestos son los siguientes:

- **DRIZORO® WRAP** Sistema de tejido de fibra de carbono unidireccional, de instalación en húmedo por impregnación. (*Wet lay-up Systems*).
- **DRIZORO® COMPOSITE** Sistema laminado preformado (*Precured Systems*).

El material resistente son las fibras de carbono, y la transmisión de esfuerzos rasantes entre fibras y el soporte lo proporciona el adhesivo epoxi.

Para garantizar el éxito del refuerzo, se debe asegurar una unión perfecta entre el material compuesto y el soporte, tal que permita una correcta transmisión de esfuerzos entre ambos. Un fallo de adherencia entre el soporte y el compuesto, o entre los componentes del compuesto, conduce irrevocablemente a un fallo del refuerzo. Para ello los sistemas constan de productos específicos diseñados para su aplicación, y protocolos de puesta en obra.

Estos métodos son recomendados para:

- Reparar elementos de hormigón armado degradados por acciones físico-mecánicas.

<sup>1</sup> UNE – EN 13501-1:2019. Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción

- Aumentar la capacidad resistente de elementos de hormigón armado para obras sometidas a un aumento de cargas de servicio.

El campo de aplicación de estos métodos es el de las estructuras de hormigón armado de edificación convencional y edificios industriales, con cargas de carácter principalmente estático, como, por ejemplo: residencial, administrativo, sanitario, docente, etc. y aparcamiento de vehículos ligeros (30 kN de carga máxima en el eje). No quedan cubiertas las cargas no estáticas de naturaleza repetitiva continuada, que podrían dar lugar a fatiga.

La utilización en zona sísmica, así como el caso de exigencias susceptibles de cambios de sentido de los esfuerzos, no quedan evaluados en este documento.

Otras aplicaciones distintas a las contempladas en este documento, y especialmente los refuerzos de elementos constituidos por materiales distintos al hormigón armado, no han sido evaluados y no quedan cubiertos por este documento.

Las fibras de carbono aguantan temperaturas bastante altas, sin embargo, las resinas empiezan a degradarse a partir de su temperatura de transición vítrea ( $T_g$ ), siendo 65-70 °C en el caso de las resinas empleadas en los sistemas **DRIZORO® COMPOSITE** o **DRIZORO® WRAP**. Es fundamental adoptar las medidas necesarias en cada caso para proteger el refuerzo frente a posibles incrementos de temperatura para evitar que este pierda prestaciones mecánicas.

Se evaluará, en cada caso, la necesidad de colocar un elemento de protección que evite que la temperatura en el refuerzo alcance la temperatura de transición vítrea de la resina por condiciones ambientales o de uso (véase solución propuesta por DRIZORO S.A.U. en el epígrafe 7.8). En cualquier caso, la estructura reforzada con el Sistema **DRIZORO® COMPOSITE** o **DRIZORO® WRAP** deberá cumplir la normativa vigente relativa a protección contra incendios CTE – DB-SI y UNE – EN 13501-1:2019<sup>1</sup>.

#### 2.1 Sistema **DRIZORO® WRAP**

El Sistema **DRIZORO® WRAP**, de instalación en húmedo, consisten en hojas de tejido seco de fibras de carbono unidireccional que son impregnadas con una resina de saturación en obra. La resina de saturación, junto con la imprimación y una masilla de nivelación compatibles, se utiliza para adherir las hojas de tejido de fibra de carbono a la superficie de hormigón. Los sistemas de instalación en húmedo son saturados y curados en el lugar donde se aplican y, en este sentido, son análogas a un hormigón vertido en obra.

Así, el sistema consiste en generar “in situ” un sistema laminar perfectamente adaptado a las

y elementos para la edificación. Parte 1: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego.



características geométricas y necesidades mecánicas del elemento a reforzar.

Su gran capacidad de resistencia y ligereza, así como su versatilidad y facilidad de aplicación le confieren las características apropiadas para reparar estructuras dañadas y/o reforzar estructuras existentes por cambios de uso o estructuras existentes por cambios de uso o errores de ejecución o proyecto. El tejido se fabrica en diferentes gramajes para adaptarse a las necesidades de cada caso.

El sistema de refuerzo **DRIZORO® WRAP** está compuesto por las hojas de fibra de carbono y resinas epoxídicas para su aplicación.

- **DRIZORO® WRAP** hojas de tejido unidireccionales de fibra de carbono que aportan la resistencia mecánica del material compuesto.
- **MAXPRIMER® -C** resina de imprimación para la consolidación del soporte y mejora de adherencia entre el sistema y el hormigón.
- **MAXEPOX® -CP** masilla de nivelación en caso de que el soporte, una vez preparado, presente pequeñas concavidades, melladuras, defectos y/o coqueas.
- **MAXEPOX® -CS** resina epoxídica para la impregnación y adhesión de las hojas de tejido de fibras de carbono, cuya principal finalidad es proporcionar una matriz, fuertemente adherida al soporte, que sustente a las fibras de carbono y además, sirva como medio de transmisión de los esfuerzos desde el hormigón hasta las fibras.

## 2.2 Sistema **DRIZORO® COMPOSITE**

**DRIZORO® COMPOSITE** es un sistema formado por laminados de fibra de carbono en matriz epoxi obtenido mediante un proceso de pultrusión continuo y automatizado. Su resistencia a la tracción unida a la ligereza del material y facilidad de aplicación frente a otros métodos de refuerzo tradicionales, le convierte en un sistema eficaz para el refuerzo de elementos de hormigón sometidos a esfuerzos de tracción provocados por flexión.

Los laminados **DRIZORO® COMPOSITE** se adhieren a la superficie del soporte mediante el adhesivo epoxi estructural **MAXEPOX® CARBOFIX**. El sistema consta de los siguientes productos diseñados para su aplicación:

- **DRIZORO® COMPOSITE** laminado de fibra de carbono en matriz epoxi.
- **MAXEPOX® CARBOFIX** adhesivo epoxi estructural, diseñado especialmente para fijación de refuerzos estructurales preformados.

## 3. MATERIALES Y COMPONENTES

### 3.1 Tejidos **DRIZORO® WRAP**

**DRIZORO® WRAP** es un sistema formado por hojas flexibles de fibras de carbono, unidireccionales de alta resistencia y elevado

módulo de elasticidad, disponible en diferentes gramajes y módulos de elasticidad para adaptarse a las necesidades de cada caso: **DRIZORO® WRAP 200**, **DRIZORO® WRAP 300**, **DRIZORO® WRAP 600** y **DRIZORO® WRAP MH**.

**Tabla 1. Datos técnicos **DRIZORO® WRAP****

	<b>WRAP</b>			
	<b>200</b>	<b>300</b>	<b>600</b>	<b>HM</b>
Aspecto	Tejido negro plano de fibra de carbono unidireccional			
Espesor tejido seco (mm)	0,111	0,167	0,333	0,163
Gramaje (g/m <sup>2</sup> )	200	300	600	300
Módulo de Elasticidad (GPa)	230			395
Resistencia de rotura media a tracción (MPa)	> 4200			> 4400
Deformación en rotura (%)	1,9			1,10
Resistencia característica a tracción (MPa)	3400			2400
Deformación caract. (%)	1,5			0,55

### 3.2 Laminados **DRIZORO® COMPOSITE**

**DRIZORO® COMPOSITE** es un laminado de fibra de carbono en matriz epoxi obtenido mediante un proceso de pultrusión continuo y automatizado. Su elevada resistencia a la tracción unida a su ligereza y facilidad de aplicación, le convierte en un sistema eficaz para el refuerzo de elementos de hormigón sometidos a esfuerzos de tracción provocados por flexión.

**DRIZORO® COMPOSITE** se adhiere a la superficie del soporte mediante el adhesivo epoxi estructural **MAXEPOX® CARBOFIX**.

**Tabla 2. Datos técnicos **DRIZORO® COMPOSITE****

	<b>COMPOSITE</b>				
	<b>1405</b>	<b>1408</b>	<b>1410</b>	<b>1412</b>	<b>1415</b>
Espesor (mm)	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
Ancho (mm)	50	80	100	120	150
Sección (mm <sup>2</sup> )	70	112	140	168	210
Aspecto	Laminado negro de fibra de carbono				
Contenido de fibra de carbono en volumen (%)	68				
Módulo de Elasticidad (GPa)	170				
Resistencia rotura media a tracción (MPa)	2600				
Deformación en rotura (%)	1,60				
Resistencia Caract. a tracción (MPa)	2200				
Deformación en rotura (%)	1,60				
Deformación caract. (%)	1,45				
Elongación de rotura (%)	1,30				

**DRIZORO® COMPOSITE -HM** es un laminado de fibra de carbono en matriz epoxi de elevado módulo de elasticidad, que se adhiere a la superficie del soporte con adhesivo epoxi estructural



**MAXEPOX® CARBOFIX.** Disponible en varios anchos.

**Tabla 3. Datos técnicos DRIZORO® COMPOSITE HM**

	HM 200			HM 250		
	1405	1408	1410	1405	1408	1410
Espesor (mm)	1,4					
Ancho (mm)	50	80	100	50	80	100
Sección (mm <sup>2</sup> )	70	112	140	70	112	140
Aspecto	Laminado negro de fibra de carbono					
Contenido de fibra de carbono en volumen (%)	68					
Módulo de elasticidad (GPa)	200			250		
Resistencia rotura media a tracción (MPa)	2200			1800		
Resistencia característica a tracción (MPa)	1300			1625		
Elongación de rotura (%)	0,9			0,7		
Deformación caract. (%)	0,65			0,65		

### 3.3 Imprimación MAXPRIMER® C

**MAXPRIMER® C** es una formulación epoxi líquida incolora, de dos componentes sin disolventes, adecuada como imprimación de adherencia y consolidación de soportes previa a la aplicación de sistemas de refuerzo. Se presenta en dos tipos, **MAXPRIMER® C-S**, para temperaturas de 15 °C a 35 °C, y **MAXPRIMER® C-W**, para temperaturas entre 5 °C y 15 °C.

**Tabla 4. Datos técnicos MAXPRIMER® C**

		Versión - S	Versión - W
Intervalo óptimo de temperatura (°C)		15 – 35	5 – 15
Aspecto y color	Ag. Ppal.	Líquido pálido	
	Endurec.	Líquido amarillo pálido	
Proporción A:B (peso)		4:1	
Peso Específico (g/cm <sup>3</sup> ) a 25 °C	Ag. Ppal.	1,15 ± 0,01	1,13 ± 0,01
	Endurec.	0,96 ± 0,01	0,97 ± 0,01
Pot Life (minutos)	30 °C	90	-
	23 °C	130	18
	15 °C	> 180	40
	5 °C	-	130
Tiempo de secado al tacto (horas)	30 °C	8,0	-
	23 °C	11,0	3,0
	15 °C	17,0	7,0
	5 °C	-	15,0
Adherencia al hormigón (MPa)		> 2,5 (rompe hormigón)	

### 3.4 Resina de nivelación MAXEPOX® CP

**MAXEPOX® CP** es una formulación epoxi, de dos componentes sin disolventes, adecuada para el relleno de coqueras e irregularidades del soporte, previo a la aplicación de sistemas de refuerzo de materiales compuestos. Se presenta en dos tipos, **MAXEPOX® CP-S** para su uso con temperaturas

de 15 °C a 35 °C, y **MAXEPOX® CP-W**, para temperaturas de 5 °C a 15 °C.

**Tabla 5. Datos técnicos MAXEPOX® CP**

		Versión - S	Versión - W
Intervalo óptimo de temperatura (°C)		15 – 35	5 – 15
Aspecto y color	Agente Principal	Masilla blanca	
	Endurec.	Masilla negra	
Proporción A:B (peso)		2:1	
Peso Específico (g/cm <sup>3</sup> ) a 25 °C	Agente Principal	1,50 ± 0,01	1,51 ± 0,01
	Endurec.	1,85 ± 0,01	1,73 ± 0,01
Pot Life (minutos)	30 °C	50	-
	23 °C	60	40
	15 °C	> 180	60
	5 °C	-	150
Tiempo de secado al tacto (horas)	30 °C	3,0	-
	23 °C	5,5	3,5
	15 °C	10,0	5,5
	5 °C	-	10,0
T <sub>g</sub> : Temperatura transición vítrea (°C)		65-70	
Adherencia al hormigón (MPa)		> 2,5 (rompe hormigón)	

### 3.5 Resina de saturación MAXEPOX® CS

**MAXEPOX® CS** es una formulación epoxi, de dos componentes y sin disolventes, especialmente diseñada con la viscosidad adecuada para adherir al hormigón y saturar los filamentos de fibras de carbono, en los sistemas de aplicación en húmedo.

Se presenta en dos tipos, **MAXEPOX® CS-S**, para su uso con temperaturas entre 15 °C y 35 °C, y **MAXEPOX® CS-W**, para su uso con temperaturas comprendidas entre 5 °C y 15 °C.

**Tabla 6. Datos técnicos MAXEPOX® CS**

		Versión - S	Versión - W
Intervalo óptimo de temperatura (°C)		15 – 35	5 – 15
Aspecto y color	Ag. Ppal.	Pasta verde	
	Endurec.	Líquido amarillo pálido	
Proporción A:B (en peso)		4:1	
Peso Específico (g/cm <sup>3</sup> ) a 25 °C	Ag. Ppal.	1,12 ± 0,01	1,14 ± 0,01
	Endurec.	0,96 ± 0,01	0,97 ± 0,01
Pot Life (minutos)	30 °C	70	-
	23 °C	130	25
	15 °C	> 180	60
	5 °C	-	120
Tiempo de secado al tacto (horas)	30 °C	8,0	-
	23 °C	11,0	4,0
	15 °C	18,0	7,0
	5 °C	-	18,0
Tiempo de curado (días)	30 °C	5	-
	23 °C	7	5
	15 °C	14	7
	5 °C	-	14
T <sub>g</sub> : Temperatura transición vítrea (°C)		65-70	
Resist. a la tracción (MPa)		> 29	
Resist. a la Flexión (MPa)		> 39	
Resist. al Corte (MPa)		> 9,8	
Adherencia al hormigón (MPa)		> 2,5 (rompe hormigón)	



### 3.6 Adhesivo MAXEPOX® CARBOFIX

**MAXEPOX® CARBOFIX** es un adhesivo epoxi estructural de dos componentes sin disolventes, diseñado especialmente para fijación de refuerzos estructurales preformados, mediante laminado de fibra de carbono **DRIZORO® COMPOSITE**.

**Tabla 7.** Datos técnicos **MAXEPOX® CARBOFIX**

Características del Producto		
Aspecto y color	Componente A	Pasta homogénea blanca
	Componente B	Pasta homogénea negra
Proporción A:B (en peso)		2:1
Contenido en sólidos (% , en peso)		100
Aspecto y color de la mezcla A+B		Pasta homogénea gris
Densidad A + B a 20 °C (g/cm <sup>3</sup> )		1,74 ± 0,1
Condiciones de aplicación y de curado		
Temperatura/humedad relativa de aplicación (°C / %)		> 10 / < 85
Tiempo Abierto (minutos)	30 °C	15
	20 °C	40
	10 °C	55
Secado al tacto a 20 °C (horas)		5 - 8
Curado total a 20 °C (días)		7
T <sub>g</sub> : Temperatura transición vítrea (°C)		65-70
Características del producto curado*		
Resistencia a la compresión (MPa)		80
Resistencia a la flexión (MPa)		60
Resistencia a la tracción (MPa)		30
Elongación hasta rotura (%)		0,39
Módulo de compresión (MPa)		4.450
Módulo de flexión (MPa)		7.750
Adherencia sobre hormigón (MPa)		> 2
Coef. de dilatación lineal (ppm/K)		62 ± 11
T <sub>g</sub> : Temper. transición vítrea (°C)		65-70
Absorción de agua (%)		0,08
Dureza Shore D		80

\* Datos a 7 días y 20 °C

### 3.7 Productos complementarios

DRIZORO, S.A.U. dispone de una serie de productos que pueden complementar los sistemas **DRIZORO® WRAP** y **DRIZORO® COMPOSITE**.

#### 3.7.1 Conectores

En aquellos casos en los que se requiera un aumento de las transferencias de cargas o una mejora del anclaje a la estructura de los sistemas **DRIZORO® WRAP** y **DRIZORO® COMPOSITE**, DRIZORO, S.A.U., dispone de conectores de fibra de carbono para ser colocados mediante inserción en el hormigón.

El Bulletin FIB 90 recoge el empleo de este tipo de anclajes y conectores en su Capítulo 9 *Detailing*,

<sup>2</sup> EN-1504-3:2006. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Definiciones, requisitos,

Apartado 9.2 "Detailing for strengthening with EBR FRP"

**DRIZORO® WRAP CONNECT** es un cordón de fibra de carbono unidireccional envuelto en una malla protectora que, una vez endurecido en resina epoxi, se inserta en la estructura para permitir la conexión y anclaje con tejidos y bandas de fibra de carbono. Disponible en diámetro de 6, 8, 10 y 12 mm.

**DRIZORO® CARBO CONNECT** es una barra cilíndrica de fibra de carbono, preparada para su inserción en la estructura permitiendo el anclaje con sistemas de refuerzo de fibra de carbono.

#### 3.7.2 Reparación del soporte

Previamente a la aplicación de los sistemas de refuerzo **DRIZORO® WRAP** y **DRIZORO® COMPOSITE**, puede ser necesario reparar el soporte para garantizar la adecuada transferencia de esfuerzos entre fibra y estructura.

Esta reparación puede conllevar la eliminación del hormigón deteriorado y afectado; la repasivación y protección de las armaduras; la recuperación del volumen con morteros estructurales; y finalmente la protección con revestimientos para alargar la vida de la estructura.

Se describen a continuación una serie de productos que, aunque no son componentes específicos de los sistemas **DRIZORO® WRAP** y **DRIZORO® COMPOSITE**, son los productos recomendados por DRIZORO, S.A.U. en caso de requerirse una reparación previa del soporte según el diagnóstico previo.

##### 3.7.2.1 Tratamiento de armaduras

**MAXREST® PASSIVE** es un producto líquido mono componente para su empleo como pasivador de óxido y protector frente a la corrosión en armaduras y otros elementos de hierro y acero. Al aplicarse sobre superficies oxidadas se transforma en una película que pasiva el óxido y protege de agresiones causadas por ácidos y bases fuertes.

**MAXRITE® PASSIVE** es un mortero en base cementosa que se aplica sobre la armadura, resultando una capa protectora anticorrosiva que pasiva el óxido existente e inhibe el proceso de corrosión sobre el acero de refuerzo estructural.

##### 3.7.2.2 Morteros de reparación estructural

Los morteros de reparación estructural tienen la misión de rehabilitar el elemento de hormigón devolviéndole sus prestaciones mecánicas, su forma y su estado original, para entrar en servicio estructuralmente. Estos productos cumplen con los requerimientos descritos en la norma UNE EN-1504-3:2006<sup>2</sup>.

control de calidad y evaluación de la conformidad. Parte 3: Reparación estructural y no estructural.



**MAXREST®** es un mortero monocomponente de reparación estructural, tixotrópico, de fraguado rápido y retracción compensada que cumple con los requisitos de la clase R4.

**MAXRITE® 500/700** morteros monocomponentes sin retracción de reparación estructural, tixotrópicos, formulados en base cementosa modificado con polímeros, microsílíce, fibras sintéticas e inhibidores de corrosión. Especialmente indicado para reparaciones de hormigones expuestos a alta agresividad. Cumplen con los requisitos de la clase R4.

**MAXRITE® S** es un mortero monocomponente de fraguado normal, sin retracción y tixotrópico, especialmente formulado tanto para su aplicación manual como por proyección. Cumple con los requisitos de la clase R4.

**MAXRITE® F** es un mortero tixotrópico mono componente, de fraguado normal y retracción compensada, en base cementosa, áridos seleccionados, humo de sílice, polímeros y reforzado con fibras sintéticas, para la reparación estructural del hormigón de aplicación manual o por proyección. Cumple con los requisitos de la clase R4.

**MAXRITE® HT** es un mortero monocomponente en base cementosa, modificado con polímeros, humo de sílice, inhibidores de corrosión y reforzado con fibras. Diseñado para la reparación de hormigón expuesto a ambientes agresivos. Puede aplicarse en capas de hasta 10 cm sin necesidad de encofrados. Cumple con los requisitos de la clase R3.

**MAXGROUT®** es un mortero fluido sin retracción, formulado en base cementosa y productos minerales seleccionados, con altas propiedades mecánicas y gran fluidez. Cumple con los requisitos de la clase R4.

**MAXRITE® INJECTION** es un mortero fluido sin retracción en base cementosa modificado con polímeros e inhibidores de corrosión.

Posee excelente fluidez y está especialmente indicado para reparaciones estructurales del hormigón expuestas a alta agresividad ambiental. Cumple con los requisitos de la clase R4.

### 3.7.2.3 Inyección de fisuras

Aquellas discontinuidades que se manifiesten en la superficie del hormigón con un ancho superior a 0,3 mm se deben inyectar.

**MAXEPOX® INJECTION** es una formulación epoxi bicomponente de muy baja viscosidad, 100 % sólidos y de curado a temperatura ambiente, apta para la reparación de soportes fisurados de aplicación por colada o inyección.

<sup>3</sup> UNE EN-1504-2:2005. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Definiciones,

### 3.7.2.4 Revestimientos de protección

Finalizada la reparación de la estructura y su refuerzo, se procederá a la aplicación de un revestimiento protector. Estos productos cumplen con los requerimientos descritos en la norma UNE EN-1504-2:2005<sup>3</sup>.

**MAXSEAL® FLEX** es un mortero flexible bicomponente en base a resinas sintéticas líquidas, cementos, aditivos especiales y áridos de granulometría controlada apto para la impermeabilización y la protección del hormigón.

**MAXSHEEN®** es una emulsión de copolímeros acrílicos en dispersión acuosa que una vez curado forma un revestimiento en color de altas prestaciones para la protección anticarbonatación y decoración de estructuras de hormigón.

**MAXSHEEN® ELASTIC** es un revestimiento basado en copolímeros acrílicos, con altas propiedades elásticas e impermeables. Diseñado para la protección y decoración duradera en aplicaciones exteriores sobre hormigón.

## 4. FABRICACIÓN

Los componentes de los sistemas son fabricados por DRIZORO S.A.U. y por diversos proveedores, todos ellos bajo sistemas de calidad acordados por las empresas.

### 4.1 Proceso de fabricación de los Laminados DRIZORO® COMPOSITE

El proceso de producción es por pultrusión. Las mechas de fibra de carbono están tensadas hasta el final de la línea para que los filamentos estén alineados. Estas mechas pasan por unas guías que las dirigen a un baño de resina. De ahí entran en un molde con una temperatura y presión determinadas donde polimerizan. Del molde sale a una bandeja donde enfría, confinada y de manera controlada. A continuación, salen los laminados a una mesa donde se realiza el control geométrico (ancho, flecha y planicidad), según unas tolerancias. Luego pasa a un cortador y un enrollador y, a continuación, se etiqueta el producto.

### 4.2 Proceso de fabricación de los Tejidos DRIZORO® WRAP

La fábrica consiste en un telar, donde se van tejiendo los diferentes tipos de tejido de carbono, los cuales se sujetan entre sí mediante hilos de poliéster.

### 4.3 Proceso de fabricación de MAXPRIMER® -C, MAXEPOX® -CP, MAXEPOX® -CS y MAXEPOX® CARBOFIX

Una vez recibidas las materias primas de su formulación, éstas se introducen, respectivamente y por separado, en las máquinas mezcladoras

requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad. Parte 2: Sistemas de protección superficial para el hormigón.





adecuadas para cada viscosidad, a medida que se van añadiendo los distintos aditivos para cada producto en su respectiva dosificación. Una vez obtenido el producto final, se realiza el control de calidad para cada lote y se envasa en su envase correspondiente.

## 5. CONTROL DE CALIDAD

### 5.1 Control de fabricación

Los componentes de los sistemas son fabricados bajo el control de calidad estipulado por DRIZORO, S.A.U.

DRIZORO, S.A.U., tiene implantado un Sistema Integrado de Gestión de la Calidad basado en las directrices establecidas en la norma UNE-EN ISO 9001:2015<sup>4</sup> certificado por Bureau Veritas con n°. ES021542 para "Diseño y fabricación de productos para construcción e industria destinados a impermeabilizar, restaurar, proteger y decorar el hormigón y la mampostería civil y edificación".

### 5.2 Control de recepción

A la llegada de los materiales a obra se comprobarán y registrarán los siguientes parámetros:

- Cantidades de material recibidas.
- Denominación de los materiales y correcta identificación de los mismos.
- Perfecto estado de los envases, desechando todos aquellos que presenten roturas.
- Fechas de caducidad de los productos.
- Comprobación de la identificación del tejido de fibra de carbono: tipo, gramaje, ancho, etc. comprobando que no existe daño ni desmadejamiento de la fibra.
- Comprobación de la identificación de los laminados de fibra de carbono: tipo, dimensiones, etc. comprobando que no sufren deslaminaciones ni fisuras.

Se comprobará que los productos se almacenan en lugar protegido, seco y fresco, protegidos del polvo, la humedad y las heladas, con temperaturas superiores a 5 °C e inferiores a 30 °C, en sus envases originales cerrados y en buen estado de conservación y separados del suelo.

### 5.3 Control de puesta en obra

Previo al inicio de la puesta en obra, se deberán realizar los ensayos necesarios para determinar las características mecánicas del hormigón de los elementos a reforzar.

Antes del inicio de los trabajos se realizará un Plan de Control de Calidad. Es responsabilidad de la empresa aplicadora el cumplimiento de dicho Plan de Control.

<sup>4</sup> UNE-EN ISO 9001:2015. Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos

La dirección de la empresa aplicadora designará un responsable técnico de los trabajos, convenientemente especializado, el cual se responsabilizará del cumplimiento de dicho plan de control de calidad.

Durante toda la realización de la obra, la empresa aplicadora procederá a diferentes controles definidos por el Plan de Control con el fin de asegurar una puesta en obra de conformidad con las exigencias descritas por el presente documento y, de este modo, conseguir los comportamientos mecánicos mencionados.

Durante la obra se comprobará que los materiales se almacenan en las condiciones adecuadas descritas para cada producto en el Plan de Control. Al final de la jornada de trabajo se controlará el material consumido durante ésta.

Durante la ejecución de los trabajos de instalación de refuerzo se prepararán muestras, adheridas al soporte para la realización de pruebas de *pull-off* para comprobar que la resistencia mínima a tracción de 1,5 N/mm<sup>2</sup> (ensayo de adherencia por tracción directa según norma UNE-EN 1542:2000<sup>5</sup>).

El número de muestras será el definido en el Plan de Control.

## 6. ETIQUETADO, EMBALAJE, ALMACENAJE, MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE

### 6.1 Etiquetado

**DRIZORO® COMPOSITE** se presenta en rollo de 25 m embalados en cajas de cartón (otros formatos bajo pedido).

Los laminados **DRIZORO® COMPOSITE** vienen identificados con una etiqueta en la que quedan recogidos, como mínimo, los siguientes datos:

- Marca comercial.
- Tipo de laminado.
- Longitud y anchura.
- Número de lote, compuesto por la fecha de fabricación y el código de producción que permita su trazabilidad.
- Fecha límite de uso.

El adhesivo **MAXEPOX® CARBOFIX** se presenta en set predosificado de 5 kg y 15 kg.

Cada envase está identificado por una etiqueta en la que quedan recogidos, como mínimo, los siguientes datos:

- Marca comercial.
- Número de lote, compuesto por la fecha de fabricación y el código de producción que permita su trazabilidad.
- Fecha límite de uso.

<sup>5</sup> UNE-EN 1542:2000. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Métodos de ensayo. Determinación de la adhesión por tracción directa.



**DRIZORO® WRAP** se suministra en rollos de 50 m de longitud y 30 cm de ancho (otros formatos bajo pedido). Se identifican con una etiqueta en el embalaje en la que quedan recogidos, como mínimo, los siguientes datos:

- Marca comercial.
- Tipo de tejido y anchura.
- Número de lote, compuesto por la fecha de fabricación y el código de producción que permita su trazabilidad.
- Fecha límite de uso.

La resina epoxídica de imprimación **MAXPRIMER® - C** (versiones **S** y **W**), la masilla de nivelación **MAXEPOX® -CP** (versiones **S** y **W**) y la resina epoxídica saturante **MAXEPOX® -CS** (versiones **S** y **W**), se suministran en sets predosificados de 5 y 15 kg.

Cada envase está identificado por una etiqueta en la que quedan recogidos, como mínimo, los siguientes datos:

- Marca comercial.
- Número de lote, compuesto por la fecha de fabricación y el código de producción que permita su trazabilidad.
- Fecha límite de uso.

## 6.2 Conservación y Almacenaje

El tiempo de conservación de **DRIZORO® COMPOSITE** y **DRIZORO® WRAP** es ilimitado almacenado en su embalaje original sin abrir, en lugar seco, bajo cubierto, protegido frente al polvo, humedad, heladas y exposición directa al sol, con temperaturas entre 5 °C y 40 °C.

Las hojas de fibras de carbono se almacenarán enrolladas sobre un núcleo cilíndrico de al menos 100 mm de *diámetro*, mientras que las que estén cortadas se guardarán en contenedores de plástico, cuidando de que no se doblen o plieguen.

En cualquier caso, las hojas de fibras de carbono se protegerán en todo momento frente a un posible contacto con agua o humedad e igualmente se evitará que deposite polvo sobre ellas, dado que estos aspectos disminuirán considerablemente sus características adherentes.

El tiempo de conservación de las resinas epoxídicas es de 12 meses en su envase herméticamente cerrado sin abrir, en lugar seco, cubierto, protegido de la humedad, heladas y exposición directa al sol, con temperaturas entre 5 y 30 °C.

El almacenamiento de las resinas epoxídicas debe realizarse en un local seco, bien ventilado y protegido de la luz solar directa. Al ser las resinas inflamables, la temperatura en el interior del almacén nunca debe sobrepasar los 30 °C.

## 6.3 Manipulación y transporte

Para la manipulación de este producto deberán observarse las medidas preventivas habituales en el manejo de productos químicos, por ejemplo, no comer, fumar ni beber durante el trabajo y lavarse las manos antes de una pausa y al finalizar el trabajo.

Puede consultarse la información específica de seguridad en el manejo y transporte de este producto en la Hoja de Datos de Seguridad del mismo.

La eliminación del producto y su envase debe realizarse de acuerdo con la legislación vigente y es responsabilidad del poseedor final del producto.

Para la manipulación de los productos se seguirán las instrucciones del fabricante, recogidas en sus fichas técnicas, debiendo emplearse guantes y gafas protectoras y prestando especial atención a la ventilación.

## 7. PUESTA EN OBRA

### 7.1 Consideraciones previas

La puesta en obra del sistema debe ser realizada por empresas cualificadas y especializadas en la reparación de estructuras de hormigón, aplicación de refuerzos con fibra de carbono en general, y en aplicación de resinas sintéticas en particular.

Dichas empresas deberán estar homologadas y/o reconocidas por DRIZORO, S.A.U.

El Departamento Técnico de DRIZORO, S.A.U., facilita el asesoramiento técnico necesario para diseñar y ejecutar el refuerzo, proporcionando asistencia técnica mediante técnicos cualificados tanto durante la fase de diseño como durante la ejecución, realizando visitas de control y supervisión si fuera necesario.

### 7.2 Preparación del soporte

Para conseguir la máxima eficacia de este tipo de refuerzos es totalmente imprescindible tener una superficie del hormigón sana y limpia, dado que si no es así la adhesión de la capa del adhesivo o resina será débil y la eficacia del refuerzo no será total.

La preparación superficial consiste en conseguir la superficie más idónea del hormigón para obtener la máxima eficacia del sistema de refuerzo.

La primera operación a realizar consiste en eliminar temporalmente todas las conducciones eléctricas, tubos, etc., que impidan disponer de una superficie libre sobre la que aplicar el refuerzo.

Estos elementos desplazados deberán identificarse perfectamente para volver a colocarlos en su posición correcta al finalizar la obra.

El control de calidad de la preparación del soporte implica la determinación de las condiciones del hormigón, la eliminación de cualquier deterioro o



zona suelta del hormigón, limpieza, así como la protección contra la corrosión de las armaduras existentes, y, por último, la preparación del sustrato para recibir el sistema de refuerzo seleccionado.

Si el refuerzo se va a colocar cubriendo aristas, estas se biselarán con un ángulo  $\geq 2$  cm (véanse figuras 3, 4 y 8).

Antes de la aplicación de refuerzos con materiales compuestos, se comprobará la solidez del soporte de hormigón. En cualquier caso, la resistencia de compresión del hormigón no será inferior a 15 N/mm<sup>2</sup>.

El refuerzo con CFRP no se considera eficaz para hormigón con resistencia a la compresión inferior a este valor.

Se deben realizar pruebas de control de calidad en toda la zona que se refuerce.

Se comprobará que el soporte posee una resistencia mínima a tracción de 1,5 N/mm<sup>2</sup> realizando ensayo in situ de adherencia por tracción directa según norma UNE-EN 1542:2000<sup>6</sup>. Para resultados inferiores a 1,5 N/mm se recomienda realizar un nuevo cálculo del dimensionado del refuerzo.

El número de pruebas de control será establecido según el criterio de la Dirección Facultativa, siendo recomendado por DRIZORO, S.A.U. la realización de al menos una prueba cada 200 metros lineales o una prueba cada 100 m<sup>2</sup> de forjado.

El sustrato de hormigón puede haber sufrido deterioro físico-químico, mecánico o impacto. El hormigón deteriorado deberá ser retirado de todas las áreas dañadas. Al hacerlo se tendrá la precaución de comprobar la existencia de anclajes y/o solapes de barras que pudieran provocar un fallo por adherencia de las barras, en cuyo caso se apuntalará la zona antes de sanear la estructura.

La eliminación del hormigón en mal estado permite la evaluación de barras de acero de refuerzo existentes.

Las armaduras de acero corroídas deben estar protegidas contra la corrosión a fin de evitar una posible fuente de deterioro del hormigón reparado.

Una vez que todo el concreto deteriorado se ha eliminado, y se han tomado las medidas adecuadas para evitar una mayor corrosión de las armaduras existentes, así como todos los demás fenómenos que causan la degradación del hormigón (por ejemplo, filtraciones de agua), se procederá a la reparación del hormigón con morteros de reparación estructural sin retracción tipo **MAXREST®** o la gama **MAXRITE® (500/700/S/F/HT)**.

<sup>6</sup> UNE-EN 1542:2000. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Métodos de ensayo. Determinación de la adhesión por tracción directa.

Las desigualdades de la superficie de hormigón de más de 10 mm se nivelarán.

Además, las fisuras de apertura superior a los 0,3 mm deben inyectarse con resina epoxi de baja viscosidad **MAXEPOX® INJECTION** antes del refuerzo.

Una vez que se ha realizado el control de la calidad del sustrato, el hormigón deteriorado se ha eliminado, la sección de hormigón ha sido restaurada, y las armaduras de acero existentes han sido adecuadamente tratadas, se procede a la preparación superficial propiamente dicha, que comienza con la eliminación de la capa superficial de lechada del hormigón, así como restos de polvo, revestimientos anteriores, aceite, grasas, agentes de curado superficial, partículas extrañas, pinturas y cualquier otro material que pueda afectar negativamente a la adherencia del sistema.

En esta operación lo ideal es emplear el chorro de arena dado que, además de limpiar, proporciona una rugosidad superficial muy adecuada para la unión del adhesivo, o el desbastado mecánico mediante una amoladora equipada con disco de diamante, hasta proporcionar un grado de rugosidad de al menos 0,3 mm. Este nivel de rugosidad se puede apreciar visualmente o para mayor exactitud se puede medir con perfilómetro láser o un dispositivo óptico de medición de perfil.

Todos los bordes, esquinas y aristas afiladas, que puedan cortar el material compuesto, se deben redondear o biselar con un radio mínimo de 20 mm. La curvatura de las esquinas puede comprobarse por medio de una plantilla metálica.

Todo el polvo producido en las operaciones anteriores debe eliminarse de la superficie del hormigón mediante aspiradora, con aire comprimido o con agua a presión.

Si se utiliza este último sistema, el refuerzo no deberá aplicarse mientras el hormigón se encuentre húmedo.

Una vez preparado el soporte, se debe esperar a que seque y comprobar que el contenido de humedad sea menor al 4 %, soporte seco, salvo que se diga lo contrario.

### 7.3 Condiciones climáticas y de entorno durante la puesta en obra:

Tiempo calmado, con el fin de evitar que el viento introduzca en las resinas descritas en el párrafo anterior, polvo, hojas, detritus, etc.

- La temperatura del aire para la puesta en obra de los sistemas deberá estar comprendida entre + 5 °C y + 30 °C.
- Las superficies de encolado deberán estar al abrigo de la lluvia y de todo tipo de escorrentía.



- La temperatura mínima del soporte ha de ser de + 5 °C.
- La temperatura máxima del soporte ha de ser de + 30 °C ya que, por encima, el tiempo abierto de las resinas epoxídicas es demasiado corto.
- Después de haber efectuado la intervención, se deberá mantener la superficie tratada a una temperatura superior a + 5 °C.
- Proteger contra la lluvia durante 24 horas como mínimo si la temperatura no desciende de + 15 °C, y durante, por lo menos, 3 días si la temperatura es inferior a + 15 °C.
- Para una higrometría inferior al 80 %, la empresa instaladora verificará cada día, al inicio de la jornada, que la temperatura del soporte sea superior en + 3 °C a la del punto de rocío, con el fin de evitar todo riesgo de condensación sobre el soporte.
- Para una higrometría superior al 80 %, la empresa instaladora verificará todas las horas que la temperatura del soporte sea superior en + 3 °C a la del punto de rocío, con el fin de evitar cualquier riesgo de condensación sobre el soporte.

#### 7.4 Aplicación del sistema **DRIZORO® WRAP**

Para la instalación del sistema de tejido de fibra de carbono **DRIZORO® WRAP** los pasos a seguir son los siguientes:

- Imprimación.
- Nivelación, en caso de ser necesario completar la preparación del soporte.
- Preparación de las hojas de tejido según el plan de trabajo establecido en función del proyecto de refuerzo.
- Adhesión de las hojas de fibra de carbono.
- Acabado protector.

##### 7.4.1 Imprimación

Una vez preparada la superficie del hormigón se procede a aplicar la imprimación. La imprimación tiene dos funciones, por una parte, penetra en el hormigón y mejora las características resistentes superficiales de éste, por otra, incrementa la adhesión con la hoja de tejido de fibra de carbono.

La imprimación, **MAXPRIMER® C**, se presenta en forma de dos componentes (agente principal y endurecedor), envasados separadamente, que deben mezclarse en el momento de su aplicación.

El tipo de imprimador a utilizar, **versión -S o -W**, dependerá de la temperatura ambiente, según esté comprendida entre 15 °C y 35 °C o entre 5 °C y 15 °C respectivamente.

La mezcla de los mismos debe hacerse en la proporción indicada y en la cantidad necesaria para la aplicación que se vaya a realizar, teniendo en cuenta el tiempo de vida en el recipiente (pot life) y

el tiempo abierto de aplicación de la mezcla una vez realizada.

Se procede a la mezcla de los dos componentes, agente principal y endurecedor, en un recipiente limpio de capacidad adecuada a la cantidad a preparar, mediante un mezclador eléctrico de bajas revoluciones equipado con disco mezclador adecuado, o bien manualmente durante el tiempo preciso para conseguir una mezcla homogénea en color y aspecto.

Durante el mezclado deben tomarse precauciones para que la mezcla no atrape burbujas de aire.

La imprimación se aplicará con un rodillo de pelo corto o brocha sobre la superficie del hormigón, dando una o dos capas según se estime preciso, procurando dejar la mínima cantidad que humecte y consolide el soporte, sin dejar una excesiva capa superficial.

El consumo habitual de la aplicación es de 0,10 a 0,35 kg/m<sup>2</sup> (0,25 kg/m<sup>2</sup> es habitual) en función de la porosidad del sustrato. La imprimación se debe dejar secar hasta que no se pegue al tacto y desde este momento y hasta siete días como máximo, se puede proceder a la instalación de las hojas de tejido de fibra de carbono.

##### 7.4.2 Nivelación

En el caso de pequeñas irregularidades del soporte, marcas de encofrado, coqueas e imperfecciones, que no se hayan subsanado durante la preparación del soporte, se procederá a su nivelación utilizando masilla **MAXEPOX® CP**. Se presentan en forma de dos componentes (agente principal y endurecedor), envasados separadamente, que deben mezclarse en el momento de su aplicación.

El tipo de masilla a utilizar, **versión -S o -W**, dependerá de la temperatura ambiente, según esté comprendida entre 15 °C y 35 °C o entre 5 °C y 15 °C respectivamente.

La mezcla de los componentes debe hacerse en la proporción indicada y en la cantidad necesaria para la aplicación que se vaya a realizar, teniendo en cuenta el tiempo de vida en el recipiente (*pot life*) y el tiempo abierto de aplicación de la mezcla una vez realizada.

Se procede a la mezcla de los dos componentes, agente principal y endurecedor, en un recipiente limpio de capacidad adecuada a la cantidad a preparar, mediante un mezclador eléctrico de bajas revoluciones equipado con disco mezclador adecuado, o bien manualmente durante el tiempo preciso para conseguir una mezcla homogénea en color y aspecto. Durante el mezclado deben tomarse precauciones para que la mezcla no atrape burbujas de aire.

Así, la aplicación se localizará sólo en pequeñas superficies, aunque también se puede aplicar para igualar pequeños desniveles, siendo el objetivo final crear una superficie lisa para la posterior aplicación de la fibra de carbono.



Se aplica con ayuda de paleta flexible con un consumo aproximado de 0,50 - 1,50 kg/m<sup>2</sup>, dependiendo éste del volumen de la zona a reparar. La masilla aplicada deberá carecer de pegajosidad al tacto antes de proceder con la siguiente fase de la aplicación del sistema de refuerzo con fibra de carbono.

#### 7.4.3 Preparación del tejido de fibra de carbono

Antes de proceder a la instalación, las hojas de tejido de fibra de carbono deben ser cortadas a los anchos y longitudes especificadas en el proyecto de refuerzo.

Es conveniente preparar las piezas de lámina a utilizar de acuerdo con los planes de trabajo.

El tejido de fibra de carbono se puede cortar con tijeras o cuchilla afilada y, por lo general, se recomienda no trabajar con longitudes superiores a 6 m al objeto de evitar que se arruguen, a no ser que se tomen medidas para evitar este hecho enrollando nuevamente el tejido sobre las bobinas originales o similares a éstas.

Las piezas de tejido cortadas deben almacenarse ordenándolos de acuerdo con la prioridad en su colocación. Durante el almacenaje se evitará doblarlos o arrugarlos, debiendo colocarse en un lugar donde no se contaminen por polvo o donde pueda existir agua.

#### 7.4.4 Adhesión del tejido de fibra de carbono

Para la adhesión del tejido de fibra de carbono se utiliza resina epoxídica de saturación **MAXEPOX® CS**. Se presenta en forma de dos componentes (agente principal y endurecedor), envasados separadamente, que deben mezclarse en el momento de su aplicación.

El tipo de resina de saturación a utilizar, **versión -S** o **-W**, dependerá de la temperatura ambiente, según esté comprendida entre 15 °C y 35 °C o entre 5 °C y 15 °C respectivamente.

La misión de la primera capa de resina de saturación es adherir la hoja de tejido de fibra de carbono a la superficie del hormigón y, al mismo tiempo, crear un compuesto de elevadas características mecánicas conseguidas al penetrar la resina entre las fibras e impregnarlas.

Esta capa va a servir de puente de transmisión de los esfuerzos desde el hormigón al compuesto de fibra de carbono de refuerzo, por consiguiente, tiene que poseer una adhesión al hormigón y a la lámina muy buena, además de características mecánicas y reológicas adecuadas.

La resina de saturación, **MAXEPOX® CS**, se suministra en forma de dos componentes: resina epoxi y endurecedor, los cuales deben mezclarse íntimamente en un recipiente limpio en las proporciones indicadas y en la cantidad necesaria para poder aplicar la mezcla realizada sin que ésta endurezca en el recipiente.

La cantidad a mezclar estará en función de la vida en el recipiente (*pot life*) la cual depende del tipo de adhesivo empleado, del tiempo abierto de aplicación, de la temperatura y de la cantidad de superficie a aplicar dentro de estas condiciones.

Se procede a la mezcla de los dos componentes, agente principal y endurecedor, mediante un mezclador eléctrico de bajas revoluciones equipado con disco mezclador adecuado, o bien manualmente durante el tiempo preciso para conseguir una mezcla homogénea en color y aspecto.

Durante el mezclado deben tomarse precauciones para que la mezcla no atrape burbujas de aire.

**MAXEPOX® CS** se aplicará mediante rodillo de pelo corto o brocha en una o dos manos sobre la superficie del hormigón, debiendo intensificar la aplicación en los ángulos de los elementos a reforzar, con una capa suficiente para adherir la hoja de tejido y humectarla completamente. Inmediatamente después de dar la primera capa de resina y estando aún ésta fresca se procederá a extender la hoja de tejido de fibra de carbono.

El tiempo disponible para aplicar la lámina, contado desde el momento de la aplicación de la resina, es de unos 20 minutos.

La hoja de tejido de fibra de carbono se coloca sobre la superficie del hormigón, a la que se ha aplicado el adhesivo epoxi, pasando las manos de un lado a otro y apretando sobre la superficie hasta que se consiga una buena adhesión. Una vez unida perfectamente la hoja de tejido de fibra de carbono, se la presionará con un rodillo metálico para que quede perfectamente asentada sobre la superficie del hormigón y para que el adhesivo penetre entre las fibras y las impregne a la vez que se eliminen las burbujas de aire que puedan quedar atrapadas.

Es muy importante hacer rodar el rodillo en la dirección de las fibras a fin de no dañarlas o desalinearlas. Una vez aplicada la lámina y asentada debe esperarse unos 30 minutos para permitir que la resina impregne bien todas las fibras de carbono de la misma.

En el caso de aplicación de varias capas de tejido de fibra de carbono, se procederá a la colocación de la siguiente capa, aplicando nuevamente resina de saturación e inmediatamente después colocando la nueva capa de tejido, repitiendo las operaciones anteriormente indicadas.

Se recomienda no aplicar más de dos hojas seguidas (en fresco) en el caso de aplicaciones sobre la zona inferior de superficies horizontales (techos) ni más de tres en el de superficies verticales (muros y pilares) para evitar que descuelguen.

Si el refuerzo se va a realizar en varios días y en capas múltiples, cada capa debe acabarse cada día completamente, incluso con la aplicación de una fina capa de resina de cubrición. Al día siguiente habrá que aplicar una capa nueva de adhesión



sobre la de cubrición aplicada el día anterior y seguir el proceso.

El número máximo de capas de tejido fibra de carbono queda ligado al cálculo de las deformaciones de las capas sucesivas, no siendo recomendable la aplicación de más de cinco capas.

Una vez completado el número de capas de tejido indicadas en el proyecto de refuerzo se procederá a finalizar el sistema con una capa de terminación o cobertura realizada con la misma resina de saturación.

Cuando se precise la realización de solapes longitudinales, ya sea para facilitar los trabajos porque se atraviese un muro o para la colocación de grandes longitudes por partes, etc., las hojas de tejido de fibra de carbono se deben solapar como mínimo en una longitud de 20 centímetros, para refuerzos en flexión, o 15 cm para refuerzos por confinamiento instalando anillos.

Cuando se coloquen dos láminas una al lado de la otra y con las fibras paralelas, no es necesario que éstas se solapen lateralmente.

El consumo de resina de saturación por metro cuadrado depende directamente del espesor de tejido (gramaje) y puede considerarse aproximadamente de 0,50 a 0,60 kg/m<sup>2</sup> para gramajes de 200 g/m<sup>2</sup>; 0,70 a 0,80 kg/m<sup>2</sup> para gramajes de 300 g/m<sup>2</sup>; y 1,30 a 1,50 kg/m<sup>2</sup> para gramajes de 600 g/m<sup>2</sup>.

El endurecimiento o curado completo de la resina de saturación tiene lugar entre los 5 y 14 días dependiendo del tipo de resina utilizado y de la temperatura del soporte y el ambiente. Antes de este tiempo no debe entrar en carga el refuerzo.

Finalizada la aplicación del sistema de refuerzo se debe comprobar visualmente si se han formado bolsas de aire. Cualquier ligera protuberancia puede ser consecuencia de una irregularidad superficial, en cuyo caso no tiene importancia, o de la existencia de una bolsa de aire, en cuyo caso si puede tenerla. La confirmación de si se trata de una bolsa de aire puede realizarse mediante el golpeo ligero con un mazo duro sobre la misma.

Si la detección de la bolsa de aire se ha realizado estando la resina aún fresca, el mejor sistema de reparación consiste en dar un ligero corte con un cuchillo afilado y en el sentido de las fibras para que salga el aire, presionar la lámina para cerrar la bolsa y sellar esa zona mediante la aplicación de adhesivo o resina epoxi.

Si la bolsa de aire se detecta después de haberse curado el adhesivo, es decir estando endurecido, lo más conveniente es hacer dos pequeños pinchazos separados y por uno de ellos inyectar adhesivo mientras por el otro saldrá el aire atrapado.

#### 7.4.5 Aplicación de la capa de acabado

Es recomendable la aplicación de una capa de acabado que puede tener por finalidad mejorar su

aspecto, proteger el refuerzo frente a impactos, fuego, vandalismo, rayos ultravioletas, etc.

Si el refuerzo va a estar sometido a la acción directa de los rayos solares, se debe aplicar una capa de pintura protectora acrílica alifática para exteriores tipo **MAXSHEEN®**.

La protección contra el fuego puede efectuarse mediante mortero ignífugo o paneles de silicato cálcico reforzado (véase epígrafe 7.7 Protección frente al fuego).

En cualquier caso, se justificará el cumplimiento de la normativa aplicable en esta materia.

Como protección ligera frente a impacto, se puede emplear una capa de protección externa de mortero tipo **MAXREST®** o la gama **MAXRITE® (500/700/S/F/HT)**.

Para la correcta adherencia de los morteros a la superficie de resina de cobertura se recomienda esparcir sobre la superficie aún fresca de la resina de saturación arena silícea limpia y seca **DRIZORO® SILICA 1020** con granulometría comprendida entre 1 y 2 mm. De esta forma se mejora mucho la adherencia entre la superficie del refuerzo y el mortero.

#### 7.5 Aplicación de **DRIZORO® COMPOSITE**

Para la instalación de laminados **DRIZORO® COMPOSITE** adheridos externamente, los pasos a seguir son los siguientes:

- Imprimación, en caso de ser necesario en sustratos pobres que precisan su consolidación con un agente humectante.
- Preparación de los compuestos preformados de fibra de carbono en matriz epoxi según el plan de trabajo establecido en función del proyecto de refuerzo.
- Adhesión de los compuestos preformados de fibra de carbono.
- Acabado protector.

##### 7.5.1 Imprimación

Una vez preparada la superficie del hormigón, si se considera necesario para mejorar las características superficiales del hormigón, aplicar la imprimación **MAXPRIMER® C** siguiendo las mismas indicaciones del apartado 7.4.1.

##### 7.5.2 Preparación de los composites preformados de fibra de carbono

Antes de proceder a la instalación, los compuestos preformados de fibra de carbono deben ser cortados a las longitudes especificadas en el proyecto de refuerzo.

Es conveniente preparar las piezas a utilizar de acuerdo con los planes de trabajo. El compuesto preformado de fibra de carbono se puede cortar con disco de corte de acero.



Las piezas cortadas deben almacenarse ordenándolos de acuerdo con la prioridad en su colocación. Durante el almacenaje se evitará doblarlos, debiendo colocarse en un lugar donde no se contaminen por polvo o donde pueda existir agua.

Antes de su empleo se deben limpiar completamente en una mesa de trabajo mediante un paño humedecido en **MAXEPOX® SOLVENT** y permitir el secado de la superficie.

### 7.5.3 Adhesión de los composites preformados de fibra de carbono

Para la adhesión de los composites de fibra de carbono se utiliza el adhesivo estructural **MAXEPOX® CARBOFIX**.

**MAXEPOX® CARBOFIX** se suministra en envases de dos componentes prepesados. El endurecedor, componente B, se vierte en el envase de la resina epoxi componente A.

Para garantizar la reacción correcta de ambos componentes, hay que asegurarse de verter la totalidad del componente B. Se mezcla mediante medios mecánicos con batidora eléctrica (300 - 400 r.p.m.), hasta asegurar un producto homogéneo en color y apariencia.

Se debe evitar un tiempo excesivo de mezcla que caliente la masa y un agitado violento que introduzca aire durante el amasado.

Es necesario verificar en el cuadro de Datos Técnicos el tiempo abierto de aplicación una vez amasado. Para un set de 5 kg a 20 °C el tiempo abierto de aplicación es de 40 minutos.

De manera orientativa se indica que aplicaciones a mayor temperatura reducen este tiempo y a menor temperatura lo incrementan.

A continuación se aplica sobre el laminado **DRIZORO® COMPOSITE** una capa de adhesivo **MAXEPOX® CARBOFIX** de 1 a 3 mm de espesor y extendiendo con espátula curvada de tal manera que el adhesivo tenga mayor espesor en el centro y decrezca hacia los laterales. También hay que aplicar una capa de iguales características en la superficie donde se va a adherir el laminado.

Una vez aplicado el adhesivo se colocará en su posición **DRIZORO® COMPOSITE** dentro del tiempo abierto del adhesivo y se presionará el laminado con ayuda de un rodillo macizo de goma dura hasta obligar a que el adhesivo rebose por los laterales, asegurando la total saturación entre la superficie de contacto de **DRIZORO® COMPOSITE** y el soporte, y que no queden bolsas de aire ocluidas. Después de esto hay que retirar el adhesivo sobrante con una espátula.

No se aplicará con temperatura ambiente o del soporte inferior a 10 °C o si se prevén dichas temperaturas 24 horas posteriores a la aplicación. En tal caso, se deben crear las condiciones

adecuadas de recinto cerrado con aire caliente seco y renovación del mismo.

Con temperaturas superiores a 35 °C, el tiempo abierto de aplicación de la mezcla se reduce significativamente, por lo que es obligado una planificación muy exacta de los trabajos, así como el almacenamiento de los productos a la sombra con temperaturas de 15 °C a 20 °C antes de su uso.

La temperatura de la superficie del soporte y ambiente será superior en al menos 3 °C a la del punto de rocío. No se aplicará cuando la humedad relativa sea superior del 85 %.

Se protegerá la aplicación hasta su curado completo del contacto con agua o humedad, por lluvia, rocío, condensaciones, etc.

El curado completo del adhesivo **MAXEPOX® CARBOFIX** es de 7 días a 20 °C de temperatura y 50 % de humedad relativa.

De manera orientativa se indica que aplicaciones a mayor temperatura reducen este tiempo y a menor temperatura lo incrementan. Antes de este tiempo el refuerzo no debe entrar en carga.

## 7.6 Procedimiento de aplicación de conectores

### 7.6.1 Procedimiento de aplicación de DRIZORO® WRAP CONNECT

**Paso 1. Perforación de los taladros.** Se realiza una perforación en el soporte de hormigón de un diámetro de un 20-25% superior al diámetro del conector y con la profundidad previamente calculada, siendo como mínimo de 20 cm. Posteriormente, se limpia y aspira el interior del hueco generado para que quede libre de polvo y partículas sueltas.

**Paso 2. Preparación del conector.** Con la ayuda de unas tijeras, se corta un trozo de conector de la longitud necesaria para realizar el anclaje en el hormigón y el solape con la banda de fibra de carbono, siendo generalmente la longitud de anclaje la misma que la de solape con la fibra. Desenrollar la malla protectora en uno de los extremos del conector a una longitud igual a la profundidad del taladro. La parte liberada, se impregna completamente en la resina epoxi **MAXEPOX® CS** y se deja endurecer. Una vez que cura la resina, la parte de conector está lista para insertarse en el taladro.

**Paso 3. Colocación del cordón y extendido de las fibras.** Se rellena el taladro realizado con la resina epoxi de anclaje químico **MAXFIX® ER**, y se inserta el cordón **DRIZORO® WRAP CONNECT** por su parte endurecida dentro del taladro, lentamente y de manera precisa, dejando el otro extremo libre para solapar con las bandas de fibra de carbono. Se libera de la malla protectora la parte de cordón que no ha sido insertada en el taladro e impregnar con **MAXEPOX® CS** para colocar en forma de abanico sobre el soporte de la estructura a conectar, previamente imprimado con **MAXPRIMER® -C**.



## 7.6.2 Procedimiento de aplicación de **DRIZORO® CARBO CONNECT**

**Paso 1. Perforación de los taladros.** Se realiza una perforación en el soporte de hormigón de un diámetro de un 20-25% superior al diámetro del conector y con la profundidad previamente calculada, siendo, generalmente, la longitud de la parte rígida multiplicada por 2. Posteriormente, se limpia y aspira el interior del hueco generado para que quede libre de polvo y partículas sueltas.

**Paso 2. Colocación del conector y extendido de las fibras.** Se rellena el taladro realizado con la resina epoxi de anclaje químico **MAXFIX® ER**, y se inserta el conector **DRIZORO® CARBO CONNECT** por su parte rígida dentro del taladro, lentamente y de manera precisa, dejando el otro extremo libre para solapar con las bandas de fibra de carbono. Una vez introducido, la parte del conector no introducida se dispone sobre la estructura a conectar en forma de abanico y se adhiere sobre el soporte, donde previamente se ha aplicado la resina de imprimación **MAXPRIMER® -C**.

## 7.7 Protección contra la corrosión

Los sistemas de refuerzo **DRIZORO® COMPOSITE** y **DRIZORO® WRAP**, al ser materiales a base de fibras de carbono, son insensibles a la corrosión y, por ello, no precisan protección.

## 7.8 Protección contra el fuego

En caso de incendio, los sistemas de refuerzo no contribuyen a la resistencia del elemento estructural, por lo que deberá verificarse el comportamiento estructural del elemento sin considerar el sistema de refuerzo o bien se procederá a proteger convenientemente el sistema de refuerzo, de manera que se mantengan sus propiedades mecánicas durante el tiempo prescrito por la normativa en vigor, en función de las características concretas del edificio, establecidos en el CTE-DB-SI.

Esta protección deberá evitar que la temperatura en el refuerzo supere la Tg (temperatura de transición vítrea, temperatura en la que el polímero deja de ser rígido y comienza a reblandecerse perdiendo propiedades mecánicas pudiendo producirse un fallo del sistema de refuerzo), garantizando las exigencias establecidas en el CTE-DB-SI para ello.

Será necesario emplear elementos que garanticen, mediante ensayos homologados el nivel de protección exigido. La protección deberá realizarse según el tipo de edificación de acuerdo con las normas vigentes (CTE-DB-SI y UNE – EN 13501-1:2019<sup>7</sup>).

DRIZORO S.A.U. propone para la protección frente al fuego de los sistemas **DRIZORO® WRAP** y

**DRIZORO® COMPOSITE**, la utilización de sistemas de protección pasiva **PROMATECT** de **PROMAT**.

DRIZORO S.A.U. ha realizado ensayos en colaboración con **PROMAT** tal y como se expone en el epígrafe 10 de ensayos del presente documento.

Los sistemas **PROMATECT**, se manipulan e instalan de manera similar a paneles prefabricados de tabiquería seca o de madera adaptándose al soporte sobre el que esté realizado el refuerzo; forjados unidireccionales, reticulares, losas, placas alveolares, forjados prefabricados, pilares, etc.

Para garantizar la protección frente al fuego, se asegurará una correcta instalación de dichos sistemas, según las prescripciones de **PROMAT**.

Las soluciones propuestas y ensayadas son las descritas en el epígrafe 10.5 Ensayos de protección frente al fuego.

## 8. MEMORIA DE CÁLCULO

El campo de aplicación del presente documento es el del refuerzo de estructuras de edificación en hormigón armado. La elección y el diseño del sistema de refuerzo son realizadas por un técnico debidamente cualificado y con experiencia.

El sistema de refuerzo se diseña para tener la resistencia adecuada, y cumplir con los requisitos de servicio y durabilidad. En caso de incendio, la resistencia del sistema seleccionado será la adecuada para el período de tiempo requerido.

Una sección reforzada se comporta de la misma manera que una sección de hormigón armado clásica; el compuesto se comporta como armadura exterior.

En cada caso, el proyecto técnico deberá incluir una memoria de cálculo que justifique el adecuado comportamiento del sistema frente a las acciones previstas, los análisis de estados límites último y de servicio y los coeficientes de seguridad exigibles según la normativa en vigor.

El Departamento Técnico de DRIZORO S.A.U. ofrece un servicio de asesoramiento al dimensionamiento y cálculo de los refuerzos, proporcionando información técnica de los sistemas de reparación que permitan al autor del proyecto y/o Dirección Facultativa la definición para su ejecución, incluyendo toda la información necesaria de cada uno de los componentes, así como la asistencia técnica suficiente para la supervisión de una correcta puesta en obra.

El cálculo de elementos de refuerzo con fibra de carbono (flexión, cortante y confinamiento) está basado en la formulación contenida en el FIB Bulletin 90 "Externally applied FRP reinforcement for concrete structures".

y elementos para la edificación. Parte 1: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego.

<sup>7</sup> UNE – EN 13501-1:2019. Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción





Para poder proceder al cálculo del sistema de refuerzo, es necesario realizar con anterioridad la evaluación del estado tensional de la estructura y un diagnóstico del soporte, con el fin de evaluar los eventuales defectos internos del hormigón (carbonatación, corrosión de los aceros, tasa de cloruro elevada, etc.) y determinar sus características mecánicas, en particular la resistencia a compresión y la resistencia a la tracción superficial (ensayo de *pull-off*).

En ausencia de justificaciones específicas, la superficie del hormigón deberá presentar una cohesión superficial  $\geq 1,5$  MPa (que se verificará in situ por medio de una prueba de tracción directa perpendicular con la ayuda de un dinamómetro), tal y como se indica en el apartado 7.2.

## 9. REFERENCIAS DE UTILIZACIÓN

El fabricante aporta como referencias realizadas con los sistemas de refuerzo **DRIZORO<sup>®</sup> COMPOSITE** y **DRIZORO<sup>®</sup> WRAP** las siguientes obras:

- Centro de Interpretación del Parque Natural Illas Atlánticas, Edificio Cambón en Vigo, Pontevedra. Refuerzo de viguetas, vigas y pilares de hormigón con **DRIZORO<sup>®</sup> WRAP 300** (70 m<sup>2</sup>) y **DRIZORO<sup>®</sup> WRAP HM** (110 m<sup>2</sup>). Año 2009.
- Centro Logístico de Cortefiel en Aranjuez, Madrid. Refuerzo de correas de cubierta con laminados **DRIZORO<sup>®</sup> COMPOSITE 1405** (375 m<sup>2</sup>). Año 2011.
- Centro Comercial ABC Serrano, Madrid. Refuerzo de vigas y forjado de losa maciza con **DRIZORO<sup>®</sup> WRAP 200** (470 m<sup>2</sup>) y **DRIZORO<sup>®</sup> WRAP 300** (670 m<sup>2</sup>). Año 2011.
- Centro Comercial La Albufera, Madrid. Refuerzo de forjado reticular y pilares con **DRIZORO<sup>®</sup> WRAP 300** (1000 m<sup>2</sup>) y **DRIZORO<sup>®</sup> WRAP HM** (1920 m<sup>2</sup>). Año 2011.
- Refuerzo de forjado reticular en Centro Comercial Mercadona C/. Asura (Madrid). **DRIZORO<sup>®</sup> WRAP 300** (6800 m<sup>2</sup>). Año 2016.
- Refuerzo de forjado reticular Centro Comercial Las Rozas Village. Madrid. **DRIZORO<sup>®</sup> WRAP 300** (650 m<sup>2</sup>). Años 2016 - 2017.
- Refuerzo Hospital de Toledo. **DRIZORO<sup>®</sup> COMPOSITE** (15 000 m). Año 2017.
- Refuerzo de cerchas de hormigón en el Nuevo Mercado Gastronómico, Santiago de Compostela. **DRIZORO<sup>®</sup> COMPOSITE** (150 m<sup>2</sup>). Año 2018.
- Refuerzo de forjado por cambio de uso. Torre Borealis (Madrid). **DRIZORO<sup>®</sup> COMPOSITE** (1500 metros lineales). Años 2017-18.
- Refuerzo de edificio de viviendas para Neinor Homes en Córdoba, **DRIZORO<sup>®</sup> COMPOSITE 1408** (2000 m). Año 2017.

- Refuerzo de forjado unidireccional en la Reforma de Edificio en la Plaza Juez Borrull, en Castellón. **DRIZORO<sup>®</sup> COMPOSITE** (3200 m). Año 2022
- Refuerzo de pilares por confinamiento con **DRIZORO<sup>®</sup> WRAP** en el Mercado de Abastos de Villanueva de la Serena, Badajoz. Año 2023
- Rehabilitación de la antigua sede de la CNMV. Paseo de la Castellana, 19. **DRIZORO<sup>®</sup> COMPOSITE** (6000 m). Año 2023

El IETcc ha realizado diversas visitas a obras, así como una encuesta a los usuarios, todo ello con resultado satisfactorio.

## 10. ENSAYOS

Los siguientes ensayos se han realizado en el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc) (Informe n.º. 19.859-I) y otra parte de los ensayos han sido aportados por el fabricante y realizados en otros laboratorios.

### 10.1 Ensayos de caracterización

Para el sistema **DRIZORO<sup>®</sup> COMPOSITE**, los ensayos de caracterización fueron realizados por el Instituto Técnico de Materiales y Construcciones (INTEMAC) Informe E/LC-09030/EL del 31 de mayo de 2010.

Para el sistema **DRIZORO<sup>®</sup> WRAP**, los ensayos fueron realizados en el Laboratorio de Materiales de Construcción de la Escuela Técnica Superior de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid:

- Tesis Doctoral "Comportamiento mecánico de vigas de hormigón armado reforzadas con bandas encoladas con resinas epoxídicas" de 2005. Autor: D. Alfredo M. Luisaga Patiño.

Y en el Laboratorio de Materiales de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Obras Públicas de la Universidad Politécnica de Madrid:

- Proyecto de Fin de Carrera "Análisis de Pilares de Hormigón Armado Reforzados con fibra de carbono" de junio de 2008. Autor: D. Pedro Parrilla Calle.

También se realizaron ensayos para el sistema **DRIZORO<sup>®</sup> WRAP**, informe DRIZORO 182/2009 del 25/02/2009.

- Ensayos de Adherencia por tracción directa sobre hormigón.
- Ensayos de tracción del compuesto **DRIZORO<sup>®</sup> WRAP**.
- Resistencia al cizallamiento oblicuo.
- Durabilidad de **DRIZORO<sup>®</sup> WRAP**.

Ensayos sobre el sistema de refuerzo completo:

- Tesis Doctoral "Comportamiento mecánico de vigas de hormigón armado reforzadas con



bandas encoladas con resinas epoxídicas” de 2005. Autor: D. Alfredo M. Luisaga Patiño

- “Estudio experimental del comportamiento a esfuerzo cortante de vigas de hormigón reforzadas con fibra de carbono” de junio de 2010. Autor: D. Álvaro Picazo Iranzo.
- Proyecto de Fin de Carrera “Análisis de Pilares de Hormigón Armado Reforzados con fibra de carbono” de junio de 2008. Autor: D. Pedro Parrilla Calle.

## 10.2 Ensayo a flexión unidireccional

Este ensayo ha sido realizado en el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja IETcc). (Informes nº. 19.859-I).

### a) Objeto del ensayo

El objetivo es verificar el comportamiento mecánico de los sistemas de refuerzo **DRIZORO® COMPOSITE** y **DRIZORO® WRAP** como refuerzo de elementos de hormigón armado en flexión.

### b) Disposición del ensayo

Se realizaron ensayos sobre cuatro vigas de hormigón armado HA-25 de 4,0 m de longitud, 300 mm de anchura y 350 mm de canto.

La armadura de las vigas estaba formada por barras corrugadas de acero B500S con un recubrimiento nominal de 30 mm.

La armadura longitudinal inferior estaba constituida por 2 Ø 12, y la armadura longitudinal superior por 2 Ø 12; la armadura transversal estaba constituida por cercos de Ø 8 cada 100 mm.

Dos vigas se reforzaron con dos capas de tejido de fibra de carbono **DRIZORO® WRAP 200** dispuesto en la parte inferior de las vigas como refuerzo a tracción, con un ancho de 300 mm, constituyendo un área de refuerzo de 66,6 mm<sup>2</sup>. Según el cálculo, la sección reforzada debe soportar 12.550 kN.

Las otras dos vigas se reforzaron con dos laminados **DRIZORO® COMPOSITE 1405** dispuestos en la parte inferior de las vigas como refuerzo a tracción, separados 150 mm entre ejes de los mismos y 50 mm al borde del hormigón, constituyendo un área de refuerzo de 140 mm<sup>2</sup>. Según el cálculo, la sección reforzada debe soportar 10.430 kN.

Las vigas se situaron biapoyadas con una luz entre apoyos de 3,60 m, todos ellos bajo un pórtico de carga.

Para la realización de los ensayos se aplicaron dos cargas puntuales en los tercios de la luz.

Durante el ensayo, un sistema de adquisición de datos registraba los valores de carga y desplazamiento.

### c) Resultados obtenidos

La carga de rotura superó la carga prevista por cálculo para rotura a flexión.

En los ensayos realizados sobre las dos vigas reforzadas con tejido de fibra de carbono **DRIZORO® WRAP** se alcanzaron cargas de rotura de 13.350 kN y 14.350 kN respectivamente.

En los ensayos realizados sobre las dos vigas reforzadas con laminados de fibra de carbono **DRIZORO® COMPOSITE** se alcanzaron cargas de rotura de 14.500 kN y 15.300 kN respectivamente.

## 10.3 Ensayo a cortante

Este ensayo ha sido realizado en el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja IETcc). (Informe nº. 19.859-I).

### a) Objeto del ensayo

El objetivo es verificar el comportamiento mecánico del sistema de refuerzo con tejido de fibra de carbono **DRIZORO® WRAP** como refuerzo de elementos de hormigón armado a cortante.

### b) Disposición del ensayo

Se realizaron ensayos sobre cuatro vigas de hormigón armado HA-25 de 2,2 m de longitud, de sección T con ancho de alma de 200 mm y canto total de 330 mm, armadas con barras corrugadas de acero B500S con un recubrimiento nominal de 30 mm.

La armadura longitudinal inferior estaba constituida por 4 Ø 20, y la armadura longitudinal superior por 4 Ø 8; la mitad de la viga esta sin armadura transversal y la otra mitad estaba armada con cercos de Ø 8 cada 150 mm.

La viga 1 se reforzó, en la zona sin armado transversal, con dos capas de **DRIZORO® WRAP 200** aplicado de forma discontinua, con espacios entre bandas y envolviendo la viga.

Según el cálculo la sección reforzada debe soportar 240 kN.

La viga 2 se reforzó con dos capas de tejido **DRIZORO® WRAP 200** aplicado de forma discontinua, con espacios entre bandas, colocadas en forma de U abrazando el alma de la viga y anclando en la cabeza de compresión de la viga T.

Según el cálculo la sección reforzada debe soportar 240 kN.

La viga 3 se reforzó con 2 capas de tejido **DRIZORO® WRAP 200** aplicado de forma discontinua, con espacios entre bandas, colocadas en forma de U abrazando el alma de la viga sin anclajes en la parte superior. Según el cálculo la sección reforzada debe soportar 193 kN.

La viga 4 se reforzó con 2 capas de tejido **DRIZORO® WRAP 200** aplicado de forma continua en forma de U sin anclajes en la parte superior.

Según el cálculo la sección reforzada debe soportar 193 kN.



c) *Resultados obtenidos*

La carga de rotura superó la carga prevista por cálculo para rotura a cortante.

Se produce la rotura al alcanzar una carga de 300 kN en la viga 1, 289 kN en la viga 2, 263,7 kN en la viga 3 y 251 kN en la viga 4.

10.4 **Ensayo a compresión centrada**

a) *Objeto del ensayo*

El objetivo es verificar el comportamiento mecánico del sistema de refuerzo con tejido de fibra de carbono **DRIZORO® WRAP** como refuerzo de elementos de hormigón armado comprimidos, y si éste corresponde con el modelo teórico de cálculo.

b) *Disposición del ensayo*

Se realizaron ensayos sobre tres pilares de sección cuadrada de 25 x 25 cm con redondeo de esquinas de 25 mm y altura de 2,5 m, armados con 4 barras de 12 mm de diámetro de acero corrugado de límite elástico 500 MPa, ejecutada con hormigón de resistencia característica de 25 MPa.

El armado a cortante está constituido por estribos de 8 mm de diámetro colocados cada 10 cm en los extremos abarcando 50 cm y cada 20 cm en los 1,5 m centrales.

La disposición del ensayo queda recogida en el informe nº. 19.859-I.

Se hicieron 3 ensayos con bandas de distinto gramaje **DRIZORO® WRAP**.

- 1) Un pilar reforzado con una capa de 600 g/m<sup>2</sup> con una carga de rotura de cálculo de 2092 kN.
- 2) Un pilar reforzado con una capa de 300 g/m<sup>2</sup> con una carga de rotura de cálculo de 1870 kN.
- 3) Un pilar reforzado con una capa de 200 g/m<sup>2</sup> con una carga de rotura de cálculo de 1789 kN.

c) *Resultados obtenidos*

En los tres casos la carga de rotura superó la carga prevista por cálculo para rotura a compresión:

**Tabla 8.** Resultados ensayos compresión centrada

Carga de rotura ensayo	Carga de rotura cálculo
2500 kN	2092 kN
2150 kN	1870 kN
2225 kN	1789 kN

Tras la rotura de los pilares, éstos se mantuvieron confinados y soportando una carga superior a 2500 kN.

10.5 **Ensayos de protección frente al fuego**

Este ensayo ha sido realizado en AFITI-LICOF (Informe nº. 9397/17).

a) *Objeto del ensayo*

Se realiza un ensayo según la norma UNE-EN 1365-2:2016<sup>8</sup>. El objetivo del ensayo según esta norma es determinar la resistencia al fuego de la losa.

El resultado que interesa del ensayo de cara al presente documento es conocer durante cuánto tiempo la protección pasiva protege al elemento de refuerzo de fibra de carbono de alcanzar la temperatura de transición vítrea (65 °C).

b) *Disposición del ensayo*

En la cara inferior de un forjado de hormigón armado se instalan 5 muestras de refuerzo con los sistemas **DRIZORO® WRAP** (probetas 1 y 2) y **DRIZORO® COMPOSITE** (probetas 3, 4 y 5) protegidas por sistemas de protección pasiva **PROMATEC** de **PROMAT**.

La protección del sistema **DRIZORO® WRAP** se realiza con placa perimetral **PROMATECT-H** de 15 mm de espesor y doble placa **PROMATECT AD** de 50 mm.

La protección del sistema **DRIZORO® COMPOSITE** se realiza a través de doble placa de **PROMATECT XS** de 25 mm y fibra cerámica de 3 - 5 mm.

Se colocan termopares situados en las muestras de fibra protegida.

c) *Resultados obtenidos*

**Tabla 9.** Evolución de temperaturas en las probetas

	30 min	60 min	120 min
Probeta 1	23,2 °C	29,3 °C	63,6 °C
Probeta 2	23 °C	28,6 °C	43,1 °C
Probeta 3	32,9 °C	43 °C	91 °C
Probeta 4	33,4 °C	44,2 °C	94,8 °C
Probeta 5	34,4 °C	95,3 °C	96,4 °C

**Tabla 10.** Momento en que las probetas alcanzan las temperaturas de transición vítrea declaradas por **DRIZORO S.A.U.** (65 °C):

	65 °C
Probeta 1	120 minutos
Probeta 2	No alcanza
Probeta 3	75 minutos
Probeta 4	87 minutos
Probeta 5	48 minutos

11. EVALUACIÓN DE LA APTITUD DE EMPLEO

11.1 **Cumplimiento de la reglamentación Nacional**

11.1.1 *SE - Seguridad estructural*

Los sistemas de refuerzo **DRIZORO® COMPOSITE** y **DRIZORO® WRAP**, son sistemas de refuerzo de

<sup>8</sup> UNE-EN 1365-2:2016. Ensayos de resistencia al fuego para elementos portantes. Parte 2: Suelos y cubiertas.



estructuras de edificación de hormigón armado, y por lo tanto contribuye a la estabilidad de la edificación.

La presente evaluación técnica, con los ensayos realizados, ha permitido comprobar que el comportamiento estructural del Sistema es acorde con las hipótesis de cálculo del fabricante, según se describen en el punto 8 del presente documento.

El dimensionado del refuerzo seguirá las reglas del FIB Bulletin 90 "Externally applied FRP reinforcement for concrete structures".

El proyecto de refuerzo deberá contar con su correspondiente anejo de cálculo de estructuras, donde se especifiquen los criterios de cálculo adoptados, que deberán ser conformes a lo establecido en el presente documento y justificar el cumplimiento de los requisitos básicos de resistencia y estabilidad (SE 1) y de aptitud al servicio (SE 2) del CTE. de las deformaciones previstas en la estructura.

Previo al cálculo de sistema de refuerzo se realizará un diagnóstico del soporte, con el fin de evaluar los eventuales defectos internos del hormigón, determinar sus características mecánicas y la situación tensional en la que se encuentra la estructura.

Se verificará que el comportamiento estructural del elemento sin considerar el sistema de refuerzo es suficiente para que en caso de pérdida accidental de dicho refuerzo (incendio, etc) la estructura no colapse.

El refuerzo se protegerá adecuadamente frente a condiciones ambientales o de uso que puedan suponer alcanzar valores de temperatura, en el refuerzo, superiores a la de transición vítrea.

#### 11.1.2 SI - Seguridad en caso de incendio

No se ha determinado la clasificación de reacción al fuego de los materiales que integran el sistema, por lo que tendrán consideración de Euroclase de Reacción al Fuego F. Deberá verificarse el cumplimiento de la Exigencia básica de Resistencia al fuego de la estructura (SI6), según queda recogido en el CTE-DB-SI relativo a Seguridad en caso de incendio.

En caso de incendio, los sistemas de refuerzo no contribuyen a la resistencia del elemento estructural, por lo que deberá verificarse el comportamiento estructural del elemento sin considerar el sistema de refuerzo o bien se procederá a proteger convenientemente el sistema de refuerzo, de manera que se mantengan sus propiedades mecánicas durante el tiempo prescrito por la normativa en vigor, en función de las características concretas del edificio, según se recoge en el CTE-DB-SI. Debe tenerse en cuenta que las propiedades adhesivas de las colas disminuyen rápidamente al aumentar la temperatura.

#### 11.1.3 SUA - Seguridad de utilización y accesibilidad

Para los sistemas de refuerzo una vez instalados en obra, no proceden consideraciones relativas a la Seguridad de Utilización y Accesibilidad según quedan recogidas en el CTE-DB-SUA.

#### 11.1.4 HS – Salubridad

Los componentes de ambos sistemas una vez instalados en obra, según declara el fabricante de los mismos, no contienen ni liberan sustancias peligrosas de acuerdo a la legislación nacional y europea.

#### 11.1.5 HR - Protección frente al ruido

No procede.

#### 11.1.6 HE - Ahorro energético

No procede.

### 11.2 Gestión de residuos

Se seguirán las especificaciones del Real Decreto 105/2008 por el que se regula la Producción y Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición, así como las reglamentaciones autonómicas que sean de aplicación. Para ello, DRIZORO S.A.U. o el instalador reconocido se adherirá al Plan de Gestión de Residuos del contratista principal.

### 11.3 Mantenimiento y condiciones de servicio

Se considera que ambos sistemas tienen un comportamiento satisfactorio conforme a las exigencias relativas a durabilidad; siempre que se instalen conforme a lo descrito en el presente documento, y dentro de los campos de aplicación recogidos en el punto 2 del Informe Técnico.

En caso de que se prevean deterioros (por ejemplo, por choques, abrasión, etc.), se deberá proporcionar al sistema una protección mecánica adecuada.

No se ha verificado la durabilidad de los sistemas en caso de exposición prolongada a la radiación ultravioleta.

### 11.4 Condiciones de seguimiento

La concesión del DIT está ligada al mantenimiento de un seguimiento anual del control de producción en fábrica del fabricante y si procede de algunas de las obras realizadas. Este seguimiento no significa aval o garantía de las obras realizadas.

## 12. CONCLUSIONES

Considerando:

- que en el proceso de fabricación se realiza un control de calidad que comprende un sistema de autocontrol por el cual el fabricante comprueba la idoneidad de las materias primas, proceso de fabricación y producto final;



- que el proceso de fabricación y puesta en obra está suficientemente contrastado por la práctica;
- los resultados obtenidos en los ensayos y las visitas a obras realizadas;

se estima favorablemente, con las observaciones de la Comisión de Expertos de este DIT, la idoneidad de empleo del Sistema propuesto por el fabricante.

### 13. OBSERVACIONES DE LA COMISIÓN DE EXPERTOS <sup>(9)</sup>

Las principales observaciones de las Comisiones de Expertos <sup>(2)</sup> son las siguientes:

- Para asegurar la viabilidad del Sistema será preciso aportar, en cada caso que se vaya a aplicar, una memoria técnica de cálculo estructural que incluya los análisis de estados límite último y de servicio. En dicha memoria deberá quedar adecuadamente justificada la correcta respuesta estructural de los distintos elementos y las uniones entre ellos. También se fijarán los coeficientes de seguridad exigibles según la normativa en vigor, las tolerancias aplicables y las soluciones a adoptar en caso de que hubiera juntas de dilatación.
- Se debe tener en cuenta las limitaciones establecidas en el Boletín 90 del FIB relativas a refuerzos a cortante.
- Se debe tener en cuenta las limitaciones establecidas en el Boletín 90 del FIB relativas al refuerzo por confinamiento de pilares de sección rectangular.
- La idoneidad de ambos sistemas depende fundamentalmente de que la puesta en obra sea realizada por empresas cualificadas por el fabricante, con reconocida experiencia en la instalación del sistema a emplear.
- Durante la puesta en obra, se deberá prestar especial atención a la limpieza de la superficie a reparar antes de la aplicación de la cola epoxídica que corresponda.
- Se debe tener en cuenta la vulnerabilidad de este tipo de refuerzos a las altas temperaturas,

<sup>(1)</sup> La Comisión de Expertos de acuerdo con el Reglamento de concesión del DIT (O.M. de 23/12/1988), tiene como función, asesorar sobre el plan de ensayos y el procedimiento a seguir para la evaluación técnica propuestos por el IETcc.

Los comentarios y observaciones realizadas por los miembros de la Comisión, no suponen en sí mismos aval técnico o recomendación de uso preferente del sistema evaluado.

La responsabilidad de la Comisión de Expertos no alcanza los siguientes aspectos:

- a) Propiedad intelectual o derechos de patente del producto o sistema.
- b) Derechos de comercialización del producto o sistema.
- c) Obras ejecutadas o en ejecución en las cuales el producto o sistema se haya instalado, utilizado o mantenido, ni tampoco sobre su diseño, métodos de construcción ni capacitación de operarios intervinientes.

<sup>(2)</sup> Las Comisiones de Expertos estuvieron integradas por representantes de los siguientes Organismos y Entidades:

- Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España

debiendo respetarse las temperaturas máximas indicadas en el presente documento. Se deberá valorar, en función de la localización del edificio y del refuerzo, la temperatura superficial que podría alcanzar el elemento a reforzar, ya sea como consecuencia de un incendio, por la acción del sol, o por cargas térmicas propias del uso que vaya a tener el edificio donde se ejecute el refuerzo. Se recomienda incluir en el proyecto de refuerzo una previsión de las posibles temperaturas que pueda alcanzar el elemento a reforzar en función de la localización del edificio y del refuerzo, con el fin de que sea respetado en todo momento el rango de temperatura admisible.

- Se debe evaluar con cuidado el estado límite último (ELU) de la estructura en caso de incendio, según lo recogido en el CTE-SB-SI, SI-6, relativo a Resistencia al fuego de la estructura, en función de los coeficientes reflejados en el CTE-DB-SE sobre Seguridad Estructural.
- En caso de incendio se debe comprobar que el coeficiente de seguridad de la estructura sin reforzar sea superior a la unidad.
- Si la estructura sin reforzar no es capaz de resistir las acciones previstas en situación de incendio, durante el tiempo exigido por el CTE-DB-SI con los coeficientes de seguridad establecidos en el CTE-DB-SE, se deberá proteger el refuerzo, teniendo en cuenta que éste no debe superar las temperaturas recogidas en el Informe Técnico.
- El material empleado para proteger el refuerzo deberá garantizar, mediante ensayos homologados, que la temperatura del refuerzo y del soporte al nivel del encolado no supera las temperaturas recogidas en Informe Técnico.
- Se recomienda que una copia del presente DIT se incorpore al Libro del Edificio.

(CSCAE).

- Universidad Politécnica de Madrid (UPM).
- Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica de Madrid (EUATM).
- Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid (ETSAM).
- DRAGADOS, S.A.
- FCC Construcción, S.A.
- SGS TECNOS, S.A.
- FERROVIAL- AGROMAN, S.A.
- Instituto Técnico de Materiales de Construcción, S.A. (INTEMAC, S.A.).
- CPV Control técnico y Prevención de Riesgos S.A.
- AENOR.
- M.º de Defensa – Unidad de Obras, Instalaciones y Mantenimiento (MINISDEF – UOIM)
- Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc).



## 14. INFORMACIÓN GRÁFICA

NOTA: Los detalles recogidos en las figuras son orientativos, debiendo definirse para cada proyecto concreto. El tipo, número y disposición de los refuerzos se fijará por cálculo, debiendo quedar reflejado en el proyecto técnico.

Figura 1. Sistema **DRIZORO® WRAP** para refuerzo a flexión de vigas

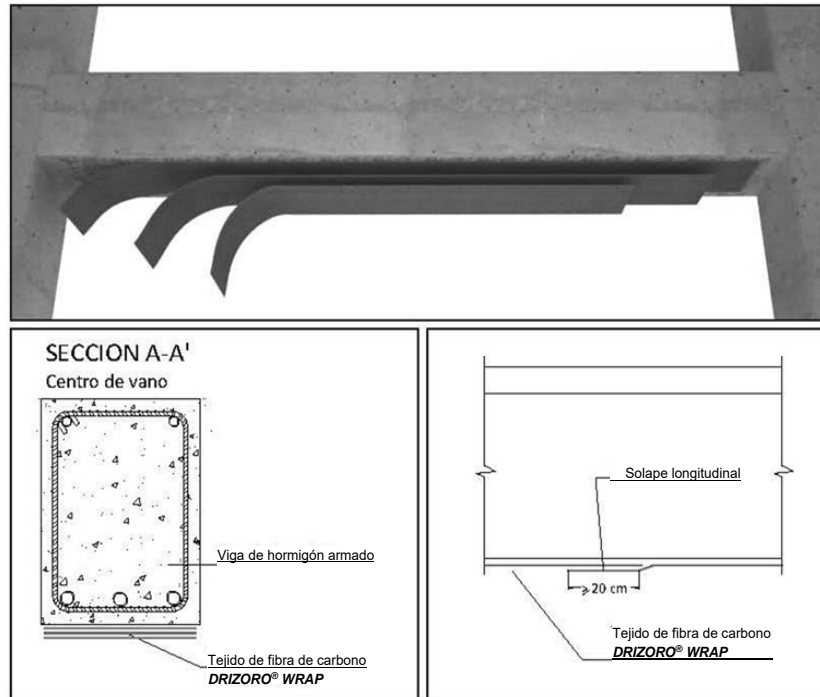


Figura 2. Sistema **DRIZORO® COMPOSITE** para refuerzo a flexión de vigas

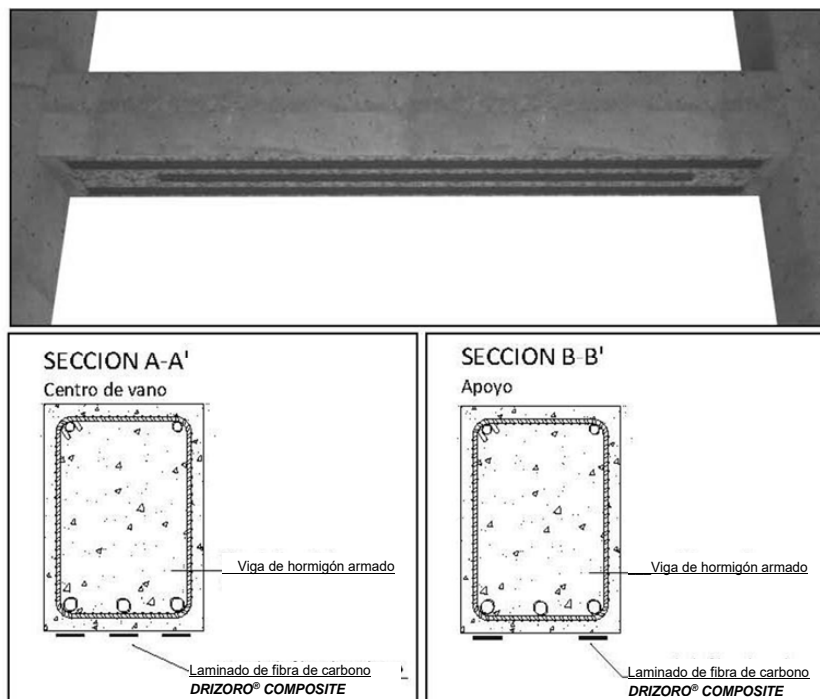


Figura 3. Sistema **DRIZORO® WRAP** para refuerzo a cortante de vigas (I).

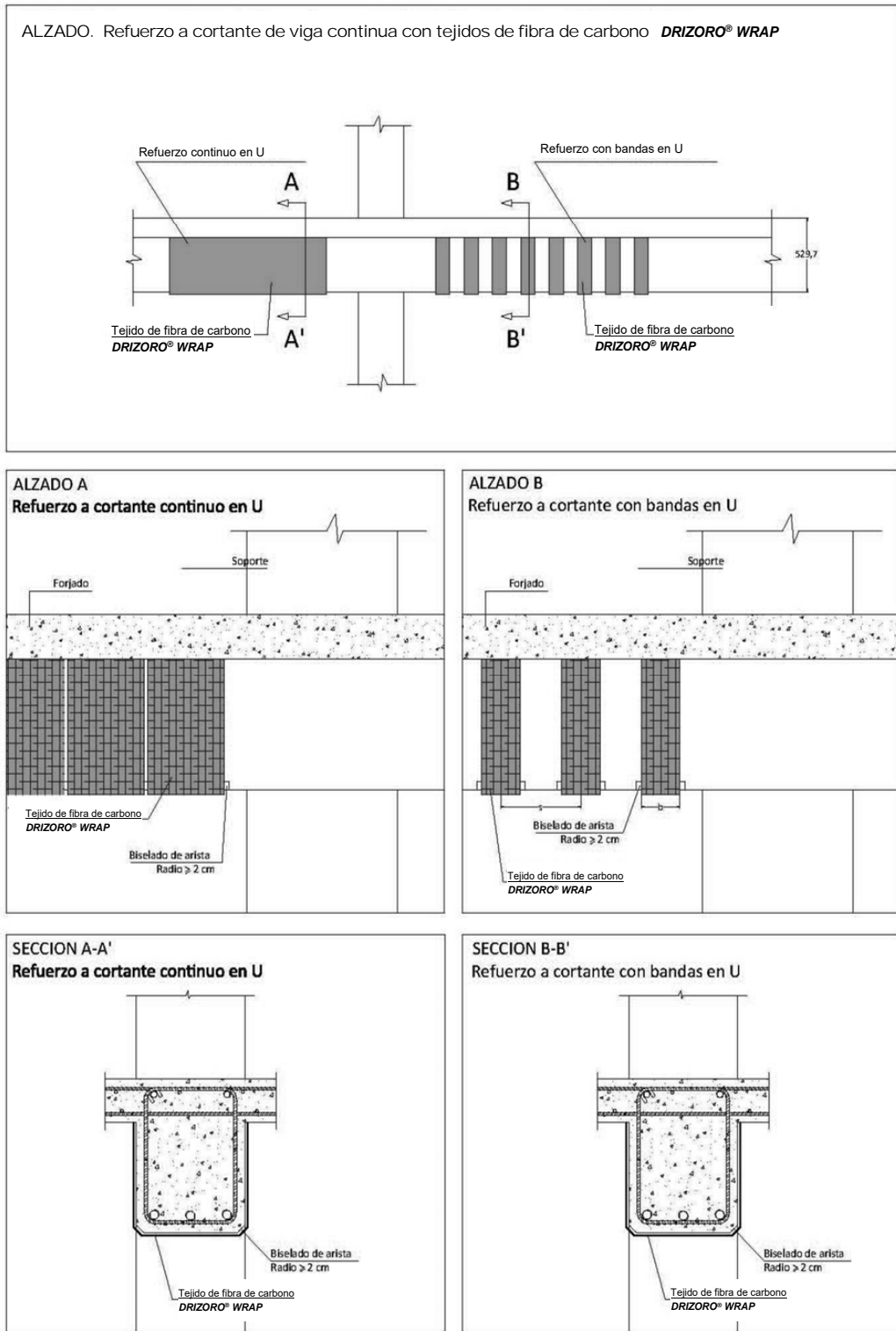
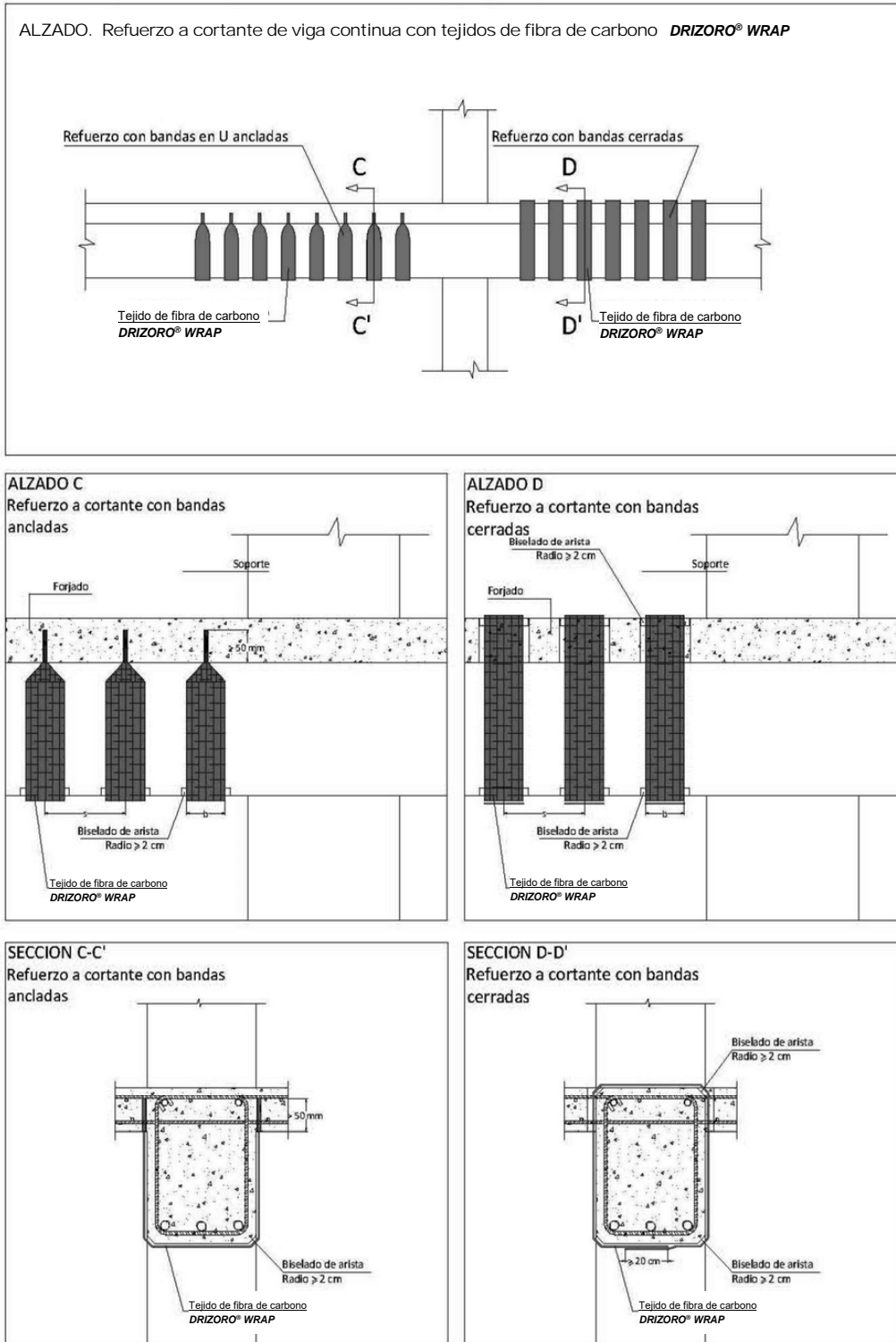
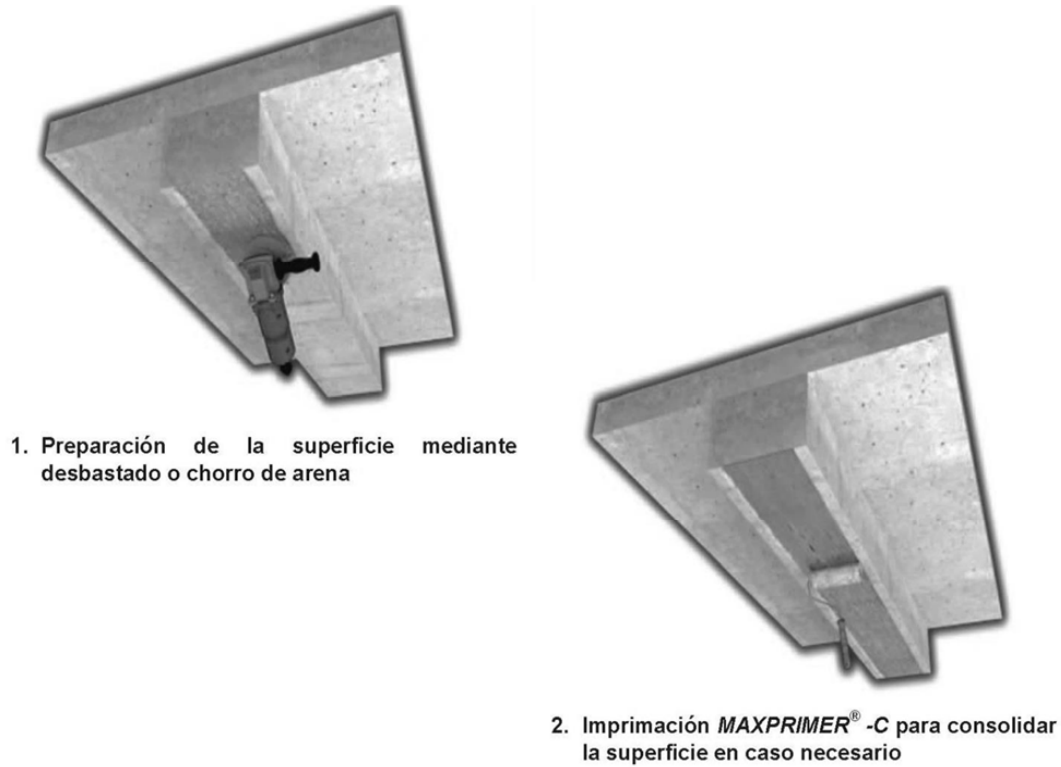


Figura 4. Sistema **DRIZORO® WRAP** para refuerzo a cortante de vigas (II).





**Figura 5.** Preparación del soporte para refuerzo de vigas



**Figura 6.** Colocación de laminados *DRIZORO*<sup>®</sup> *COMPOSITE* en vigas

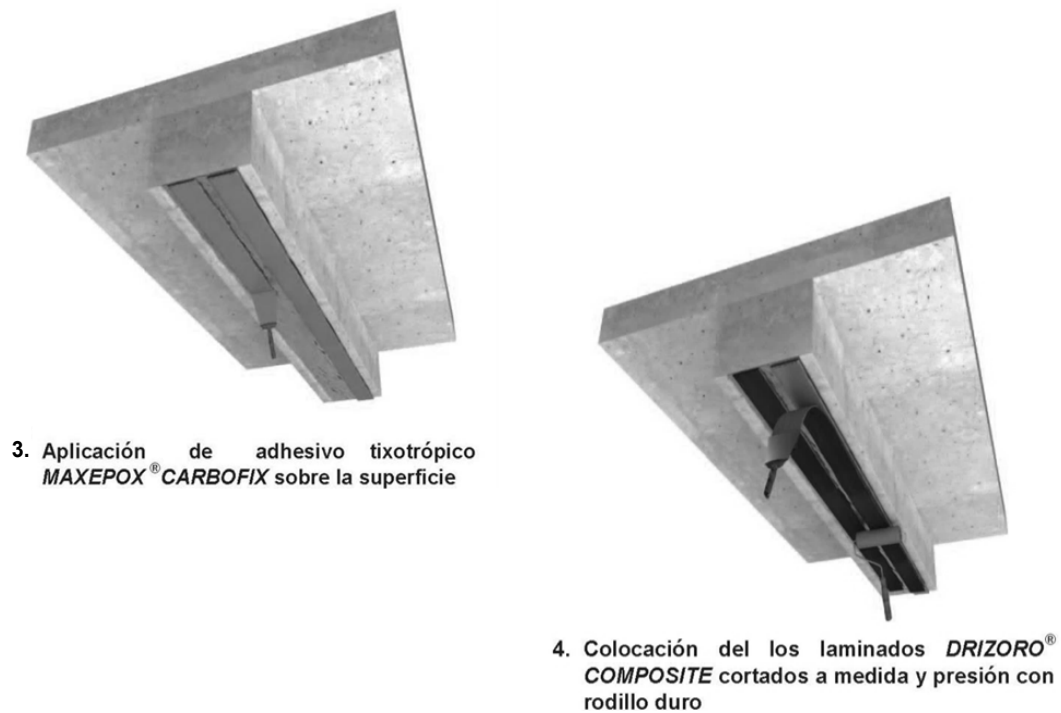
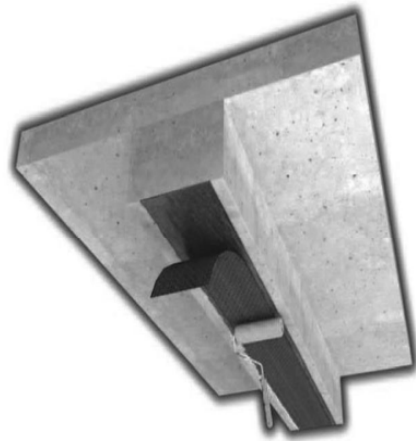


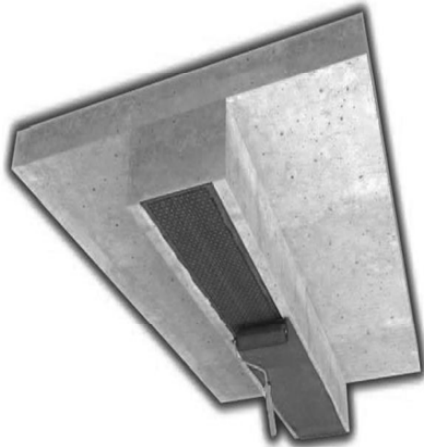
Figura 7. Colocación de tejido **DRIZORO® WRAP** en vigas



3. Aplicación de adhesivo fluido **MAXEPOX® -CS** sobre la superficie



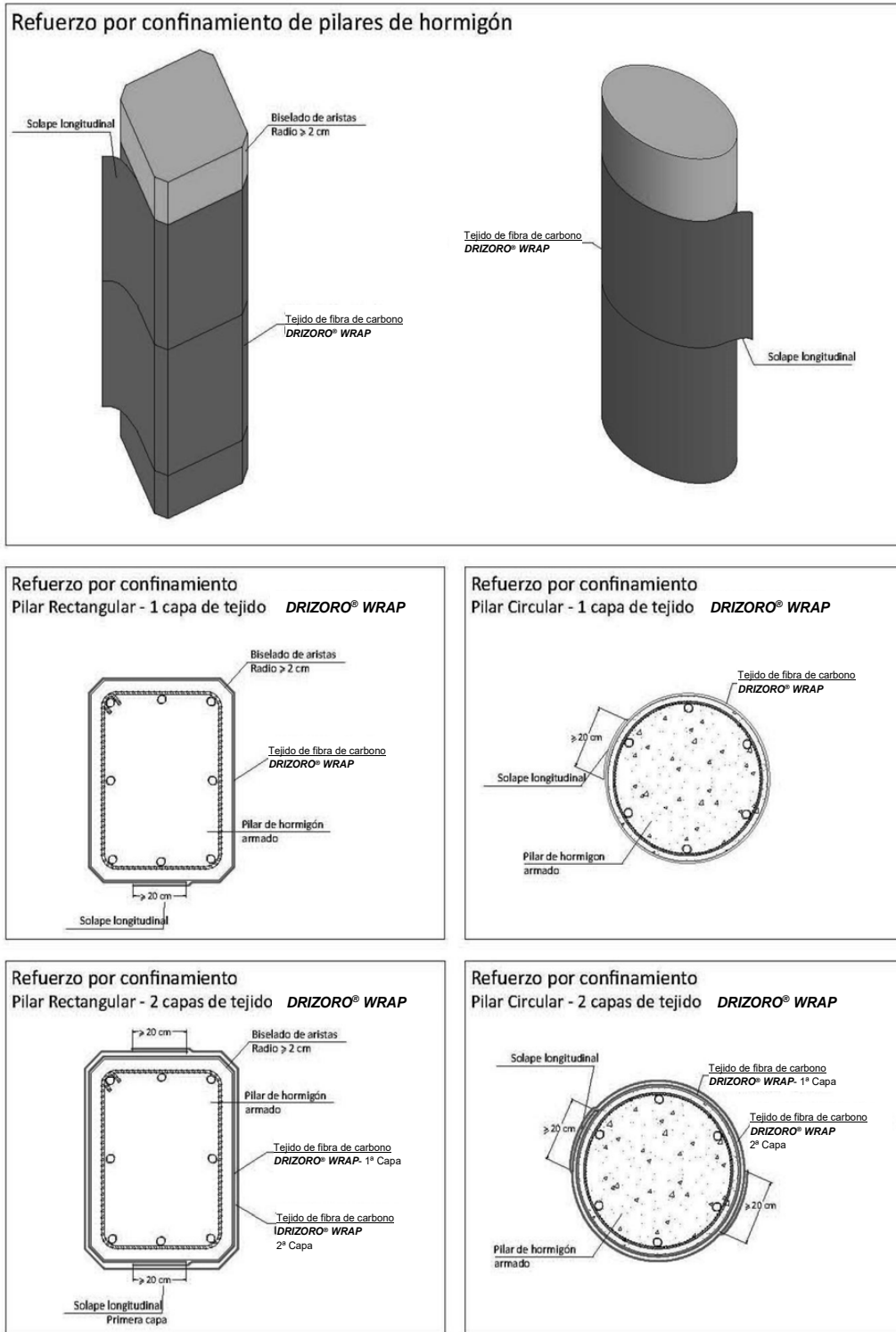
4. Colocación del tejido **DRIZORO® WRAP** cortado a medida y presión con rodillo



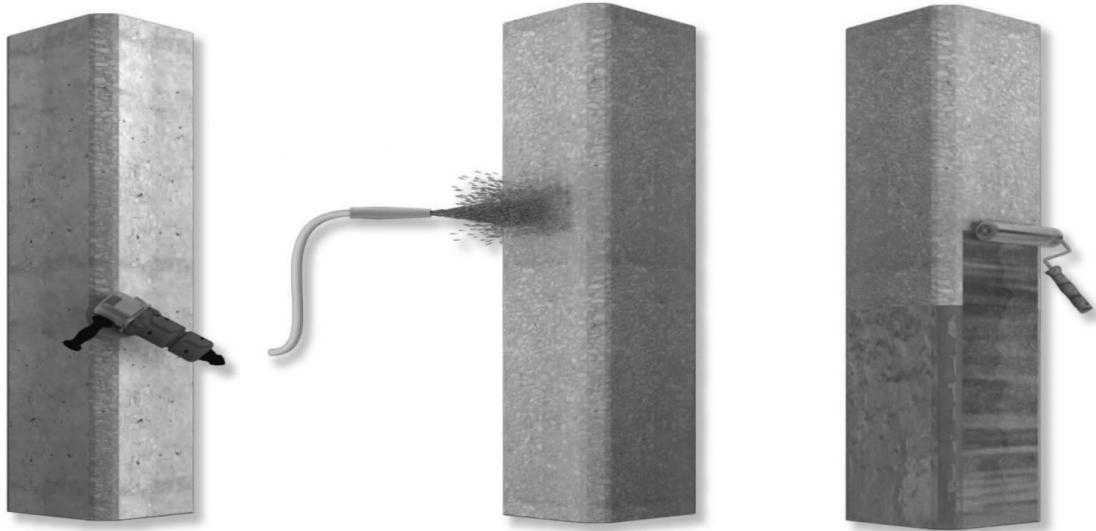
5. Sellado del sistema compuesto con adhesivo fluido **MAXEPOX® -CS** y espolvoreo en fresco de árido silíceo



Figura 8. Sistema **DRIZORO® WRAP** para refuerzo por confinamiento



**Figura 9.** Preparación de pilares para refuerzo confinamiento



1. Biselado de esquinas en pilares rectangulares
2. Preparación de la superficie mediante desbastado o chorro de arena.
3. Imprimación **MAXPRIMER® -C** para consolidar la superficie y mejorar la adherencia del sistema

**Figura 10.** Colocación del sistema **DRIZORO® WRAP** para refuerzo por confinamiento en pilares.



4. Aplicación de adhesivo fluido **MAXEPOX® -CS** sobre la superficie
5. Colocación del tejido **DRIZORO® WRAP** cortado a medida y presión con rodillo.
6. Sellado del sistema compuesto con adhesivo fluido **MAXEPOX® -CS** y espolvoreo en fresco de árido silíceo

