

**MANUAL TÉCNICO**

# Guía para la consolidación, el refuerzo estructural y la seguridad sísmica con nuevas tecnologías green.

Prescripciones, especificaciones técnicas y detalles constructivos

**kerakoll**



# Manual para la consolidación

En España y en el resto del mundo, numerosas patologías afectan al patrimonio edificatorio, en todas sus formas: desde construcciones tradicionales de mampostería de distinta naturaleza hasta las construcciones más recientes de hormigón armado. El estudio de estas patologías ha evidenciado problemáticas ligadas a la presencia de muros poco cohesionados y en pésimas condiciones de conservación, elementos de bajísima resistencia mecánica, o elementos de hormigón armado realizados con hormigones pobres o en evidente estado de degradación.

En base al estudio detallado de la mecánica de los sistemas de refuerzo y de la interacción con los distintos materiales de construcción, nuestros investigadores han diseñado modernos sistemas de refuerzo, compuestos por innovadoras matrices minerales combinadas con los nuevos tejidos unidireccionales de fibra de acero galvanizado de altísima resistencia, tejidos de fibra natural de basalto y acero inoxidable, fibras cortas de acero de alta resistencia y barras helicoidales de acero inoxidable.

La vanguardia de nuestra metodología de investigación, unida a la excelencia de los principales institutos de investigación con los que colaboramos, se basa en el desarrollo de sistemas de refuerzo para que se adapten perfectamente a la resistencia y rigidez de las distintas tipologías de soporte.

La combinación de las matrices Kerakoll con los tejidos de fibra de acero y de fibra de basalto constituyen los innovadores sistemas de refuerzo estructural en bajo espesor, que ofrecen múltiples ventajas como: simplicidad aplicativa y comportamiento resistente, modulo elástico y tenacidad superiores a los más comunes sistemas de refuerzo.

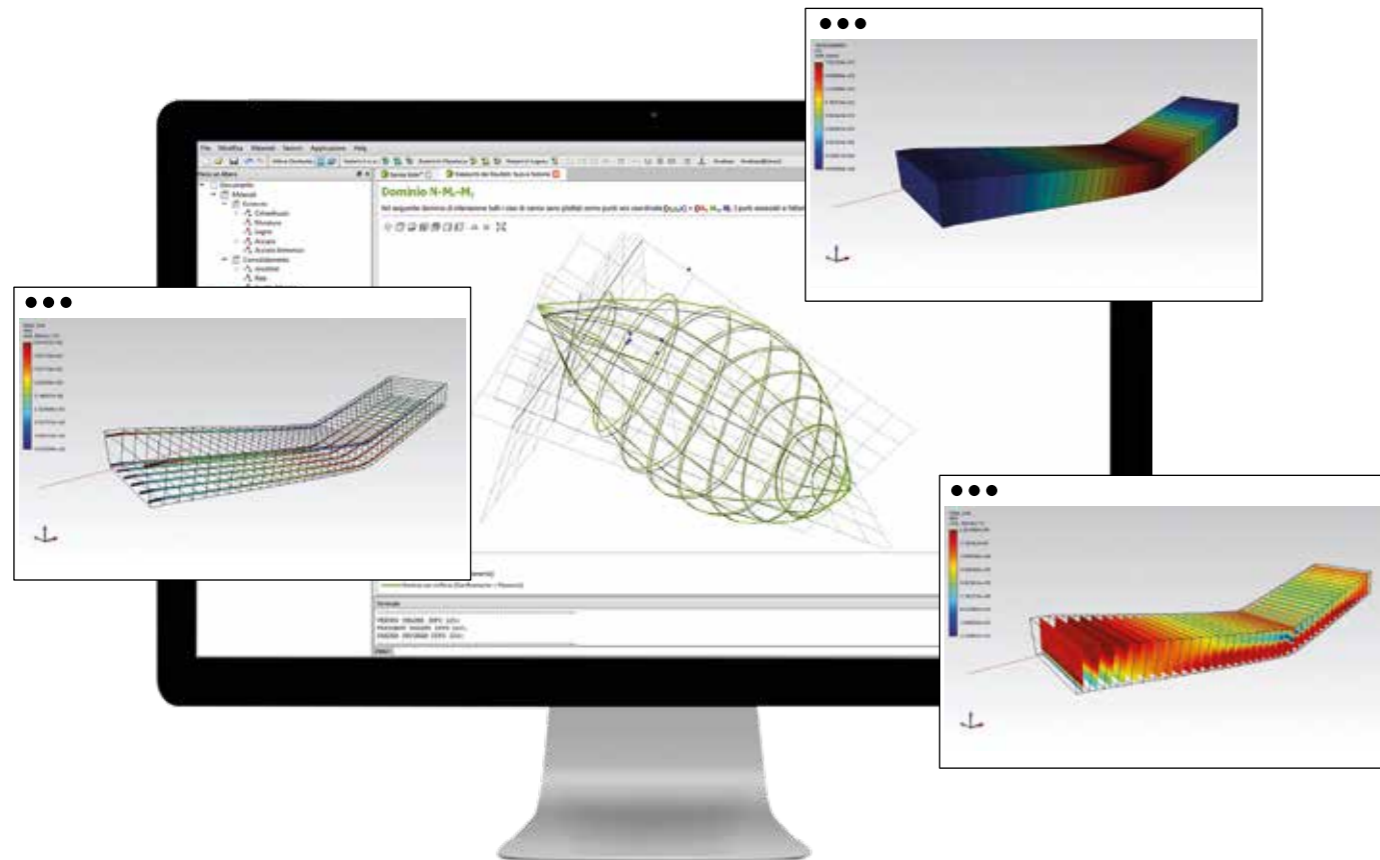
Este Manual Técnico es una útil guía práctica para el Proyectista y la Dirección de Obra, para planificar y dirigir la obra de manera simple y eficaz.





## GEORFORCE ONE, EL SOFTWARE PARA PROYECTAR CON NUEVAS TECNOLOGÍAS GREEN LA CONSOLIDACIÓN Y EL REFUERZO ESTRUCTURAL

Geoforce one  
Software



El innovador software GeoForce One, desarrollado y concebido por Asdea para Kerakoll, permite proyectar y verificar secciones de forma estándar o genérica en hormigón armado, pretensado, madera y mampostería. Con solo tres simples pasos es posible diseñar y verificar el sistema de refuerzo en el elemento estructural.

GeoFore One permite la modelación y el análisis de elementos estructurales tales como vigas y pilares de hormigón armado, machones, dinteles, arcos y bóvedas en mampostería y nudos viga-pilar.

### 1. DEFINICIÓN DE LA SECCIÓN

- Generación de la geometría de secciones comunes (rectangulares o circulares) mediante los correspondientes editores
- Generación de la geometría de secciones complejas en el entorno CAD integrado
- Definición de armado longitudinal y transversal
- Definición de los materiales para el refuerzo a flexión, cortante, confinamiento y torsión
- Definición de aumentos de sección
- Definición de más casos de carga

### 2. ANÁLISIS DE LA SECCIÓN

- Verificación a flexo-compresión:
  - verificación del estado inicial debido a las cargas presentes en el momento de la aplicación del refuerzo
  - verificación en ELS
  - verificación en ELU
- Verificación a confinamiento, cortante y torsión: para secciones de hormigón armado el modelo constitutivo del hormigón tiene en cuenta el efecto del confinamiento
- Verificación para más casos de carga

### 3. VISUALIZACIÓN Y EXPORTACIÓN DE RESULTADOS

- Generación, visualización y exportación de informes detallados
- Resumen de los materiales usados
- Resultados de las verificaciones en el estado inicial y ELS
- Resultados de las verificaciones en ELU pre y post intervención con sistemas de refuerzo Kerakoll
- Visualización de dominios de interacción 2D y 3D
- Visualización del gráfico momento-curvatura

### DEFINICIÓN DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL

- Generación de elementos estructurales con un editor ad hoc
- Elementos construidos a partir de un número variable de secciones, y su situación a lo largo del eje del elemento
- Posibilidad de insertar recrecidos (con o sin refuerzo) en arcos y bóvedas

### ANÁLISIS MEF ESTÁTICO NO LINEAL

- Definición de cargas y condiciones de contorno
- Lanzamiento del análisis estático no lineal en dos pasos:
  - estado inicial antes de la aplicación del refuerzo
  - estado final con elemento reforzado
- Modelo de vigas con integración de la respuesta seccional mediante modelo a fibras
- Modelos constitutivos no lineales basados en la teoría de la plasticidad y del daño continuo

### VISUALIZACIÓN DE LOS RESULTADOS

- Visualización gráfica de los resultados por cada paso del análisis no lineal
- Visualización de los Contour Plots para resultados nodales y de elemento
- Visualización de los Contour Plots para resultados seccionales
  - estado de tensión-deformación en cada punto de la sección de las fibras
  - estado de los materiales
  - factores de aprovechamiento
- Gráfico de la curva tensión-deformación



ASDEA es un estudio de ingeniería compuesto por profesionales que en el transcurso de decenas de años han consolidado su experiencia de investigación a nivel internacional.

La sociedad nace con el objetivo de ofrecer soluciones innovadoras y altamente tecnológicas en el campo de la ingeniería estructural, opera activamente en distintos países, cuenta con más de 300 profesionales y suministra, en todo el mundo, servicios de ingeniería y arquitectura altamente especializados.






















# Índice General

<b>SOLUCIONES PARA LA CONSOLIDACIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO, HORMIGÓN PRETENSADO Y PREFABRICADOS</b>	9
• RECONSTRUCCIÓN, REPARACIÓN Y AUMENTO DE SECCIÓN	10
• PILARES Y NUDOS	18
• VIGAS Y LOSAS	32
<b>SOLUCIONES PARA LA CONSOLIDACIÓN, EL REFUERZO Y LA REPARACIÓN DE MUROS DE CERRAMIENTO EN ESTRUCTURAS APORTICADAS DE HORMIGÓN ARMADO</b>	53
• REPARACIÓN DE LESIONES LOCALES	54
• REFUERZO Y MEJORA GENERALIZADA	58
<b>SOLUCIONES PARA LA CONSOLIDACIÓN DE ESTRUCTURAS DE MUROS PORTANTES DE LADRILLO, TUFO VOLCÁNICO, PIEDRA NATURAL, ADOBE Y TAPIAL</b>	68
• MUROS Y PILARES	70
• ARCOS	108
• BÓVEDAS	116
• CÚPULAS	140
<b>APÉNDICES</b>	149





## SOLUCIONES PARA LA CONSOLIDACIÓN DE ESTRUCTURAS DE MUROS PORTANTES DE LADRILLO, TUFO VOLCÁNICO, PIEDRA NATURAL, ADOBE Y TAPIAL

### MUROS Y PILARES

<b>21A</b>		Reparación de lesiones en muros de mampostería mediante la técnica cosido-descosido con mortero a base de cal hidráulica natural	70
<b>21B</b>		Reparación de lesiones en muros de mampostería mediante la técnica cosido-descosido con mortero a base de cal hidráulica natural e inserción difusa de conexiones transversales	72
<b>22</b>		Reparación del llagueado en muros de mampostería con mortero a base de cal hidráulica natural	74
<b>23A</b>		Perfilado armado de la llaga caravista mediante mortero a base de cal hidráulica natural y barras helicoidales de acero inoxidable	76
<b>23B</b>		Perfilado armado de la llaga de fábricas caravista y conexiones transversales mediante mortero, a base de cal hidráulica natural, conectores y barras helicoidales de acero inoxidable	78
<b>24</b>		Consolidación de machones mediante inyecciones de mortero hiperfluido a base de cal hidráulica natural	80
<b>25A</b>		Consolidación y refuerzo de machón mediante introducción difusa de diátonos de fibra de acero galvanizado inyectados con geomortero hiperfluido a base de cal hidráulica natural	82
<b>25B</b>		Consolidación y refuerzo de machón mediante retícula difusa de diátonos de fibra de acero galvanizado inyectados con geomortero hiperfluido a base de cal hidráulica natural	84
<b>25C</b>		Conexión transversal y vinculación de machones mediante cosido en seco con barras helicoidales de acero inoxidable	86
<b>26</b>		Refuerzo para acciones en el plano y fuera del plano de machones mediante encamisado con bandas de fibra de acero galvanizado y geomortero a base de cal hidráulica natural	88
<b>27A</b>		Refuerzo para acciones en el plano y fuera del plano de machones de mampostería mediante encamisado extendido con tejido de fibra natural de basalto y acero inoxidable y geomortero a base de cal hidráulica natural	90
<b>27B</b>		Refuerzo para acciones en el plano y fuera del plano de machones de fábrica mediante encamisado extendido con tejido de fibra natural de basalto y acero inoxidable y geomortero a base de cal hidráulica natural	92
<b>27C</b>		Refuerzo para acciones en el plano y fuera del plano de muros de tapial/adobe mediante encamisado extendido con malla de fibra natural de basalto y geomortero a base de cal hidráulica natural	94

<b>28</b>		Consolidación y refuerzo de partes de cerramiento mediante realización de bandas a la altura de forjado mediante encamisado con bandas de tejido de fibra de acero galvanizado y geomortero a base de cal hidráulica natural	96
<b>29</b>		Consolidación y refuerzo de partes de cerramiento mediante la realización de zunchos de fábrica armada mediante interposición en las llagas de bandas de tejido de fibra de acero galvanizado y geomortero a base de cal hidráulica natural	98
<b>30</b>		Realización de encadenamientos de fachada mediante instalación de bandas de tejido de fibra de acero galvanizado y geomortero a base de cal hidráulica natural	100
<b>31</b>		Refuerzo de pilares de mampostería mediante confinamiento con bandas de tejido de fibra de acero galvanizado y geomortero a base de cal hidráulica natural	102
<b>32</b>		Refuerzo de pilares de fábrica caravista mediante confinamiento puntual con barras helicoidales de acero inoxidable insertadas en seco	104
<b>33</b>		Refuerzo de pilares de fábrica caravista mediante confinamiento puntual con conectores de fibra de acero galvanizado inyectados con geomortero hiperfluido a base de cal hidráulica natural	106

### ARCOS




<b>34</b>		Refuerzo y consolidación de arcos mediante encamisado por trasdós con bandas de tejido de fibra de acero galvanizado y geomortero a base de cal hidráulica natural	108
<b>35</b>		Refuerzo y consolidación de arcos mediante encamisado por intradós con bandas de tejido de fibra de acero galvanizado y geomortero a base de cal hidráulica natural	110
<b>36</b>		Refuerzo y consolidación de arcos mediante cosido en seco del intradós con barras helicoidales de acero inoxidable	112
<b>37</b>		Refuerzo y consolidación de arcos mediante cosido por intradós con conectores de fibra de acero galvanizado inyectados con geomortero hiperfluido a base de cal hidráulica natural	114







## SOLUCIONES PARA LA CONSOLIDACIÓN DE ESTRUCTURAS DE MUROS PORTANTES DE LADRILLO, TUFO VOLCÁNICO, PIEDRA NATURAL, ADOBE Y TAPIAL

### BÓVEDAS

<b>38</b>		Refuerzo y consolidación de bóvedas de cañón mediante encamisado por trasdós con bandas de fibra de acero galvanizado y geomortero a base de cal hidráulica natural	116
<b>39</b>		Refuerzo y consolidación de bóvedas de cañón mediante encamisado por intradós con bandas de acero galvanizado y geomortero a base de cal hidráulica natural	118
<b>40</b>		Refuerzo y consolidación de bóvedas de cañón mediante encamisado extendido por trasdós con tejido de fibra natural de basalto y acero inoxidable y geomortero a base de cal hidráulica natural	120
<b>41</b>		Refuerzo y consolidación de bóvedas de cañón mediante encamisado extendido por intradós con tejido de fibra natural de basalto y acero inoxidable y geomortero a base de cal hidráulica natural	122
<b>42</b>		Refuerzo y consolidación de bóvedas de arista mediante encamisado por trasdós con bandas de fibra de acero galvanizado y geomortero a base de cal hidráulica natural	124
<b>43</b>		Refuerzo y consolidación de bóvedas de arista mediante encamisado por intradós con bandas de fibra de acero galvanizado y geomortero a base de cal hidráulica natural	126
<b>44</b>		Refuerzo y consolidación de bóvedas de arista mediante encamisado extendido por trasdós con tejido de fibra natural de basalto y acero inoxidable y geomortero a base de cal hidráulica natural	128
<b>45</b>		Refuerzo y consolidación de bóvedas de arista mediante encamisado extendido por intradós con tejido de fibra natural de basalto y acero inoxidable y geomortero a base de cal hidráulica natural	130
<b>46</b>		Refuerzo y consolidación de bóvedas esquifadas mediante encamisado por trasdós con bandas de fibra de acero galvanizado y geomortero a base de cal hidráulica natural	132

<b>47</b>		Refuerzo y consolidación de bóvedas esquifadas mediante encamisado por intradós con bandas de fibra de acero galvanizado y geomortero a base de cal hidráulica natural	134
<b>48</b>		Refuerzo y consolidación de bóvedas esquifadas mediante encamisado extendido por trasdós con tejido de fibra natural de basalto y acero inoxidable y geomortero a base de cal hidráulica natural	136
<b>49</b>		Refuerzo y consolidación de bóvedas esquifadas mediante encamisado extendido por intradós con tejido de fibra natural de basalto y acero inoxidable y geomortero a base de cal hidráulica natural	138

### CÚPULAS

<b>50</b>		Refuerzo y consolidación de cúpulas mediante encamisado por trasdós con bandas de fibra de acero galvanizado y geomortero a base de cal hidráulica natural	140
<b>51</b>		Refuerzo y consolidación de cúpulas mediante encamisado por intradós con bandas de fibra de acero galvanizado y geomortero a base de cal hidráulica natural	142
<b>52</b>		Refuerzo y consolidación de cúpulas mediante encamisado extendido por trasdós con tejido de fibra natural de basalto y acero inoxidable y geomortero a base de cal hidráulica natural	144
<b>53</b>		Refuerzo y consolidación de cúpulas mediante encamisado extendido por intradós con tejido de fibra natural de basalto y acero inoxidable y geomortero a base de cal hidráulica natural	146

# 21A

## Reparación de lesiones en muros de mampostería mediante la técnica cosido-descosido con mortero a base de cal hidráulica natural

### PRESCRIPCIÓN

1. Preparación del soporte. Eliminar la parte de muro realizada con mampuestos y/o ladrillos, localmente degradada y/o lesionada, eliminando también el mortero de llagueado originario inconsistente y todo aquello que pueda comprometer los trabajos posteriores; proceder posteriormente al lavado del muro.
2. Reconstrucción del nuevo paramento mural. Proceder a la reconstrucción del muro usando ladrillos macizos y/o mampuestos adheridos usando GEOCALCE G ANTISISMICO o GEOCALCE F ANTISISMICO. Aplicar en obra el mortero con paleta hasta formar un lecho de colocación, alojar el elemento de construcción realizando pequeños movimientos rotativos hasta obtener la alineación correcta y el posicionamiento a cota; eliminar el mortero excedente en la parte frontal del muro. Los ladrillos deberán estar ensamblados, por ambos lados, al muro original.

### ADVERTENCIAS

El proyectista puede evaluar la inserción de barras helicoidales de acero inoxidable AISI 304 tipo STEEL HELIBAR 6, en las llagas embebidas en mortero para mejorar la vinculación entre el muro existente y el reconstruido. En base a las exigencias de proyecto, como alternativa a los geomorteros con resistencia a compresión de clase M15 GEOCALCE G ANTISISMICO o GEOCALCE F ANTISISMICO, se podrá optar por el mortero de cal hidráulica natural NHL 3.5 BIOCALCE MUROSANO (Clase de Resistencia a Compresión M5).

Actuación compatible con los sistemas deshumidificantes de Kerakoll.

### ESPECIFICACIÓN DE PROYECTO

Reconstrucción de las partes lesionadas de muros con la técnica cosido-descosido, con geomortero de altísima higroscopicidad y transpirabilidad a base de cal hidráulica natural NHL 3.5 y Geoligante mineral, áridos de arena silícea y calizas dolomíticas con curva granulométrica 0 – 2,5 o como alternativa 0 – 1,4 mm, GreenBuilding Rating 5, – tipo GEOCALCE G ANTISISMICO o GEOCALCE F ANTISISMICO de Kerakoll – características técnicas certificadas: alta eficacia en la reducción de los contaminantes de interior, no permite el desarrollo de bacterias (Clase B+) ni de hongos (Clase F+) medida con método CSTB, certificado con bajísimas emisiones COVs con conformidad EC 1 – R Plus GEV-Emicode, emisiones CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, contenido de minerales reciclados ≥ 30%. El geomortero natural provisto con marcado CE, clase del mortero M15 (EN 998/2), clase de resistencia R1 PCC (EN 1504-3), reacción al fuego A1 (EN 13501-1), permeabilidad al vapor de agua de 15 a 35 (EN 1745), resistencia a compresión a los 28 días ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo elástico 9 GPa (EN 13412), adhesión al soporte a los 28 días > 1,0 N/mm<sup>2</sup> – FB: B (EN 1015-12).

La actuación se desarrollará en las siguientes fases: eliminación del viejo mortero dañado en la llaga de los muros evitando realizar cualquier tratamiento sobre trozos en buen estado de conservación, posterior cepillado y lavado de las mismas; reconstrucción del muro mediante sustitución parcial del material con el método cosido-descosido, incluida la demolición en la zona de intervención.

Se incluyen: morteros y ladrillos necesarios, carga, transporte y descarga del material; llagueado y limpieza de las llagas. Se excluyen: las pruebas de aceptación del material; las investigaciones previas y posteriores a la intervención; todos los medios auxiliares necesarios para la ejecución de los trabajos.

El precio es por metro cuadrado de muro de ladrillo a una cara.

1

Identificación de lesiones verticales que involucren una vasta porción del muro.



2

Identificación de muros con muchas piezas faltantes.



3

Preparación de los soportes y reconstrucción del muro mediante GEOCALCE G ANTISISMICO o GEOCALCE F ANTISISMICO.



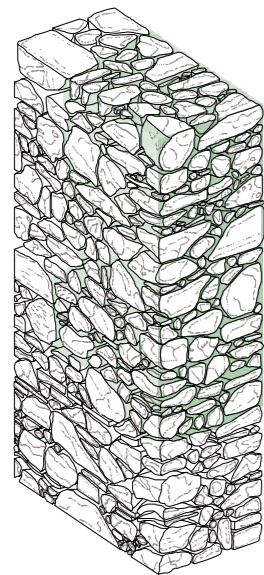
4

Coexistencia de la nueva parte de muro reconstruido y la parte original.



# 21A

REPARACIÓN DE LESIONES EN MUROS DE MAMPOSTERÍA MEDIANTE LA TÉCNICA COSIDO - DESCOSIDO CON MORTERO A BASE DE CAL HIDRÁULICA NATURAL

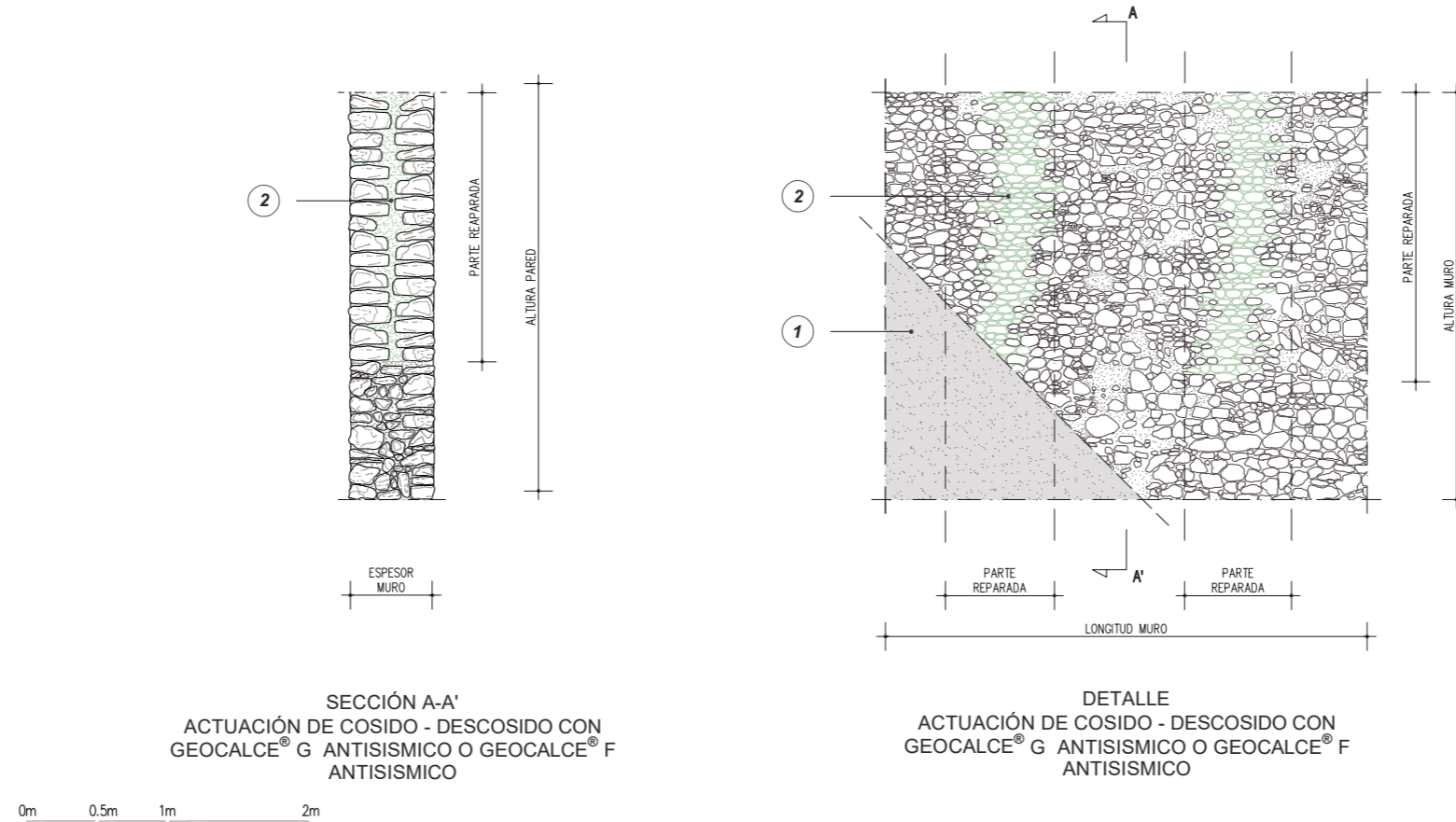


VISTA AXONOMÉTRICA  
ACTUACIÓN COSIDO - DESCOSIDO

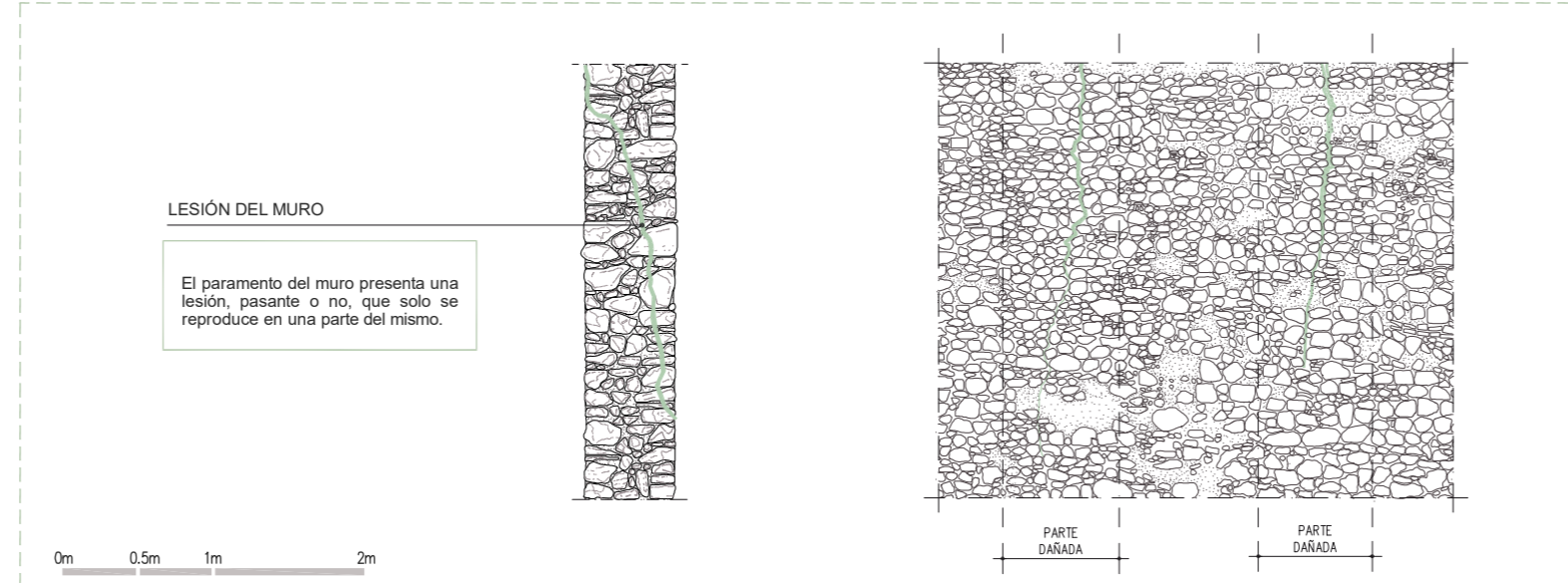
NOTA

Los diseños representan, a modo de ejemplo, un muro de mampostería, aunque el esquema es idéntico si se encuentra en presencia de muros de ladrillo o toba.

POWERED BY **kerakoll** ENGINEERED BY **ASDEA**



TIPOLOGÍA DE DAÑO PARA LA QUE SE RECOMIENDA LA ACTUACIÓN DE COSIDO - DESCOSIDO



CUADRO NORMATIVO

**Conexiones de los muros entre ellos y a los forjados**

Las conexiones de los muros entre ellos y a los forjados tienen el objetivo de reducir la esbeltez de las paredes, con respecto a la flexión horizontal y vertical.

Esto genera el doble efecto de:

- 1) limitar los desplazamientos fuera del plano en la dirección horizontal, evitando la desconexión de las viguetas del forjado y de la cubierta;
- 2) limitar la amplitud de la parte de muro potencialmente afectada por mecanismos de fuera del plano, reduciendo la vulnerabilidad en relación a la cinemática local.

Si la conexión entre los muros es escasa o está deteriorada, puede realizarse una **actuación de ensamble** entre muros adyacentes secantes. Esta actuación puede realizarse o mejorarse con intervenciones locales. Entre ellas, como ejemplo, se enumeran diversas tipologías de actuación, entre las que se encuentra el **cosido-descosido**.

(Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.7.4 - 2)

**Incremento de la capacidad de los muros**

Cuando el muro está compuesto de materiales de baja calidad, puede resultar oportuno mejorar las características mecánicas de los mismos. El tipo de actuación a aplicar viene decidida en base a la tipología y a la calidad del muro y puede variar de la reconstrucción parcial (actuación de **cosido-descosido**) a la consolidación mediante inyecciones, actuaciones superficiales u otras técnicas; se debe proceder a la comprobación previa de la compatibilidad químico-física de los materiales nuevos con los originales.

En el caso que se realicen **inyecciones con mezcla de ligantes**, se deberá comprobar, además, la viabilidad de la actuación en términos de capacidad del muro de absorber y difundir los morteros inyectados poniendo atención en la selección de la presión de introducción de la mezcla, para evitar problemas localizados.

(Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.7.4 - 4)

1 POSIBLE ENFOSCADO A ELIMINAR Y RECONSTRUIR DESPUÉS DE LA ACTUACIÓN DE REFUERZO

2 RECONSTRUCCIÓN O SUSTITUCIÓN DE LOS MAMPUESTOS ELIMINADOS CON ELEMENTOS NUEVOS, DE SUPERFICIE RUGOSA, INSTALADOS CON GEOCALCE® G ANTISISMICO O GEOCALCE® F ANTISISMICO. SE DEBE PONER ATENCIÓN, AL ENSAMBLAR LOS NUEVOS APAREJOS, A LA DISTRIBUCIÓN HORIZONTAL DE LOS PREEXISTENTES, DE FORMA QUE SE MANTENGA. SE ACONSEJA REUTILIZAR, CUANDO SEA POSIBLE, LOS MAMPUESTOS DEL MURO ORIGINAL

ADVERTENCIA: El proyectista podrá elegir, en base a su exigencia de proyecto, como alternativa a los geomorteros con resistencia a compresión de categoría M15 GEOCALCE® G ANTISISMICO o GEOCALCE® F ANTISISMICO, el mortero de cal hidráulica natural NHL 3.5 BIOCALCE® ENFOSCADO (Clase de Resistencia a Compresión M5).

# 21B Reparación de lesiones en muros de mampostería mediante la técnica cosido-descosido con mortero a base de cal hidráulica natural e inserción difusa de conexiones transversales

## PRESCRIPCIÓN

1. Preparación del soporte. Eliminar la parte de muro, localmente degradada y/o lesionada, eliminando también el mortero de llagueado originario inconsistente y todo aquello que pueda comprometer los trabajos posteriores; proceder posteriormente al lavado del muro.
2. Reconstrucción del nuevo paramento mural. Proceder a la reconstrucción del muro usando ladrillos macizos y/o mampuestos adheridos usando GEOCALCE G ANTISISMICO o GEOCALCE F ANTISISMICO. Aplicar en obra el mortero con paleta hasta formar un lecho de colocación, alojar el elemento de construcción realizando pequeños movimientos rotativos hasta obtener la alineación correcta y el posicionamiento a cota; eliminar el mortero excedente en la parte frontal del muro. Los ladrillos deberán estar ensamblados, por ambos lados, al muro original.
3. Realización agujeros. Realizar el agujero de un diámetro y profundidad de anclaje idóneas para acoger el posterior material de refuerzo, en las cercanías de la llaga de mortero, previendo la eliminación del mortero en los alrededores del agujero, con el objetivo de poder esconder la parte desfibrada del conector.
4. Preparación e introducción del diátono. Realizar el diátono con la introducción de una banda de tejido de la gama GEOSTEEL del ancho adecuado, a modo de disponer en el interior del conector el número de cables mínimos necesarios de proyecto para beneficiarse de las resistencias a tracción requeridas; tener la precaución de desfibrar la parte final de la banda de tejido, mediante el corte de malla de soporte, procediendo con el corte en paralelo de los mismos cables en la longitud que se quiera desfibrar sobre el muro, garantizando un radio mínimo de desfibrado de 10 cm. En caso de conectores con desfibrado sobre ambos lados, realizar tal operación en ambos extremos de la banda de fibra, enrollar la banda sobre sí misma, teniendo la precaución de realizar un cilindro del diámetro adecuado con respecto al agujero realizado. Instalar el conector al interior del agujero aplicando el INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL para la posterior inyección de morteros fluidos.
5. Anclaje diátono. Para consolidar el muro y garantizar la colaboración con el diátono artificial a chicote, efectuar una inyección a baja presión (menor de 1,5 bar) de geomortero hiperfluido GEOCALCE FL ANTISISMICO, previa humectación de los soportes, utilizando el agujero específico colocado sobre la cabeza del taco. Al terminar esta fase, tapar el INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL con la tapa suministrada. Realizar la aplicación final de GEOCALCE F ANTISISMICO para embeber el refuerzo y reconstruir las llagas de mortero.

## ADVERTENCIAS

El proyectista puede evaluar la inserción de barras helicoidales de acero inoxidable AISI 304 tipo STEEL HELIBAR 6, en las llagas embebidas en mortero para mejorar la vinculación entre el muro existente y el reconstruido. En base a las exigencias de proyecto, como alternativa a los geomorteros con resistencia a compresión de clase M15 GEOCALCE G ANTISISMICO o GEOCALCE F ANTISISMICO, se podrá optar por el mortero de cal hidráulica natural NHL 3.5 BIOCALCE MUROSANO (Clase de Resistencia a Compresión M5).

Para el diseño de los diátonos Geosteel se puede hacer referencia a las indicaciones presentes en la Tabla 25A.

Como alternativa a los diátonos, es posible elegir realizar la conexión transversal utilizando las barras helicoidales STEEL DRYFIX. Actuación compatible con los sistemas deshumidificantes de Kerakoll.

## ESPECIFICACIÓN DE PROYECTO

Reconstrucción de las partes lesionadas de muros con la técnica cosido-descosido y refuerzo del machón, con geomortero de altísima higroscopicidad y transpirabilidad a base de cal hidráulica natural NHL 3.5 y Geoligante mineral, áridos de arena silícea y calizas dolomíticas con curva granulométrica 0 - 2,5 o como alternativa 0 - 1,4 mm, GreenBuilding Rating 5, - tipo GEOCALCE G ANTISISMICO o GEOCALCE F ANTISISMICO de Kerakoll - características técnicas certificadas: alta eficacia en la reducción de los contaminantes de interior, no permite el desarrollo de bacterias (Clase B+) ni de hongos (Clase F+) medida con método CSTB, certificado con bajísimas emisiones COVs con conformidad EC 1 - R Plus GEV-Emicode, emisiones CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, contenido de minerales reciclados ≥ 30%. El geomortero natural está provisto de marcado CE, clase del mortero M15 (EN 998/2), clase de resistencia R1 PCC (EN 1504-3), reacción al fuego clase A1 (EN 13501 - 1), permeabilidad al vapor de agua de 15 a 35 (EN 1745), resistencia a compresión a los 28 días ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo elástico 9 GPa (EN 13412), adhesión al soporte a los 28 días > 1,0 N/mm<sup>2</sup> - FP: B (EN 1015-12) e inserción de diátonos artificiales realizados con tejido unidireccional de fibra de acero galvanizado y de altísima resistencia, formado por micro-cables de acero producidos según norma ISO 16120-1/4 2017, fijados sobre una micro-malla de fibra de vidrio, peso neto de fibra aprox. a 670 g/m<sup>2</sup> - tipo GEOSTEEL G600 de Kerakoll - características técnicas certificadas: resistencia a tracción valor característico > 3000 MPa; módulo elástico > 190 GPa; deformación última a rotura > 1,5%; área efectiva de un cable 3x2 (5 hilos) = 0,538 mm<sup>2</sup>; n° cables por cm = 1,57 con envoltorio de hilos de elevado ángulo de torsión conforme a la norma ISO/DIS 17832; la carga de rotura del conector se obtiene multiplicando el número de cables presentes en el ancho del conector por la carga de rotura característica de un solo cable ≥ 1500 N. La actuación se desarrollará en las siguientes fases: eliminación del viejo mortero dañado en la llaga de los muros evitando realizar cualquier tratamiento sobre trozos en buen estado de conservación, posterior cepillado y lavado de las mismas; reconstrucción del muro mediante sustitución parcial del material con el método cosido-descosido, incluida la demolición en la zona de intervención; realización del agujero de ingreso de las dimensiones (diámetro y profundidad) adecuadas a la naturaleza del sucesivo conector, y posterior eliminación del mortero en el área adyacente al agujero realizado; confección del conector metálico mediante corte, "desfibrado" y enrollado final del tejido de fibra de acero galvanizado, manteniendo la forma mediante brida de plástico; inserción del conector en el interior del agujero (número, profundidad de anclaje, distancia, a decisión del técnico competente); inserción del taco de polipropileno y fibra de vidrio en el diátono de fibra de acero a modo de plegar 90° la parte terminal del chicote; consolidación de la mampostería y relleno del conector mediante inyección a baja presión de geomortero de altísima higroscopicidad y transpirabilidad, hiperfluido, de elevada retención de agua a base de cal hidráulica natural NHL 3.5 y Geoligante mineral, de intervalo granulométrico 0-100 μm, GreenBuilding Rating 5, provisto de marcado CE - tipo GEOCALCE FL ANTISISMICO de Kerakoll - características técnicas certificadas: alta eficacia en la reducción de los contaminantes en el interior, no permite el desarrollo de bacterias (Clase B+) ni de hongos (Clase F+) medida con método CSTB, certificado con bajísimas emisiones COVs con conformidad EC 1 Plus GEV-Emicode, emisiones CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, contenido de minerales reciclados ≥ 30%. El geomortero natural está provisto con marcado CE, clase del mortero M15 (EN 998/2), reacción al fuego A1 (EN 13501-1), permeabilidad al vapor de agua de 15 a 35 (EN 1745), resistencia a compresión a los 28 días ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo elástico 9,5 GPa (EN 13412), resistencia al arrancamiento de las barras de acero ≥ 3,5 MPa (RILEM-CEB-FIPRC6-78); fijación de los cables "desfibrados" con el mismo, con la ocultación de todo el conector. Se incluyen: morteros y ladrillos necesarios, carga, transporte y descarga del material; llagueado y limpieza de las llagas, el suministro y la puesta en obra de todos los materiales arriba descritos. Como los diátonos pueden ser pasantes/no pasantes\*, para cada conector se contabilizan 1/2\* tacos. La incidencia del mortero a inyectar se calcula únicamente para el relleno del agujero del diátono. Se excluyen: las pruebas de aceptación del material; las investigaciones previas y posteriores a la intervención; todos los medios auxiliares necesarios para la ejecución de los trabajos. El precio es por metro cuadrado de muro de ladrillo a una cara.

**1**

Identificación de lesiones verticales que involucren una vasta porción del muro.



**2**

Preparación de los soportes y reconstrucción del muro mediante GEOCALCE G ANTISISMICO o GEOCALCE F ANTISISMICO.



**3**

Realización de los agujeros en el muro y humectación de los soportes.



**4**

Desfibrado del tejido GEOSTEEL, enrollado del tejido para la realización del diátono.



**5**

Instalación del conector realizado con tejido de fibra de acero GEOSTEEL.



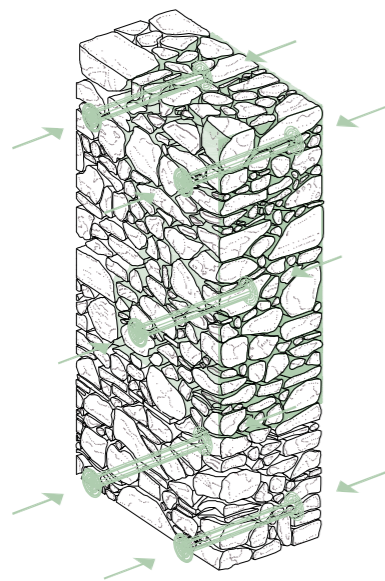
**6**

Inyección a baja presión de GEOCALCE FL ANTISISMICO, hasta la total saturación de posibles huecos o lesiones internas.

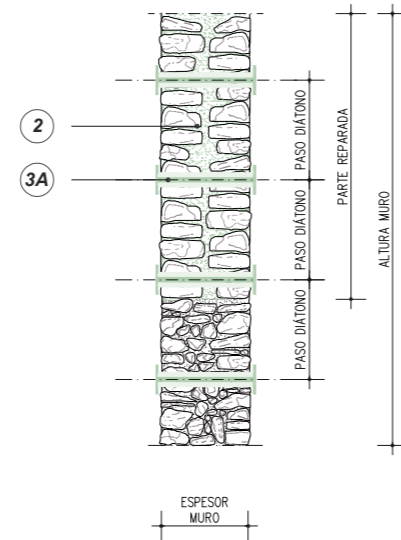


# 21B

REPARACIÓN DE LESIONES EN MUROS DE MAMPOSTERÍA MEDIANTE LA TÉCNICA COSIDO - DESCOSIDO CON MORTERO A BASE DE CAL HIDRÁULICA NATURAL E INSERCIÓN DIFUSA DE CONEXIONES TRANSVERSALES

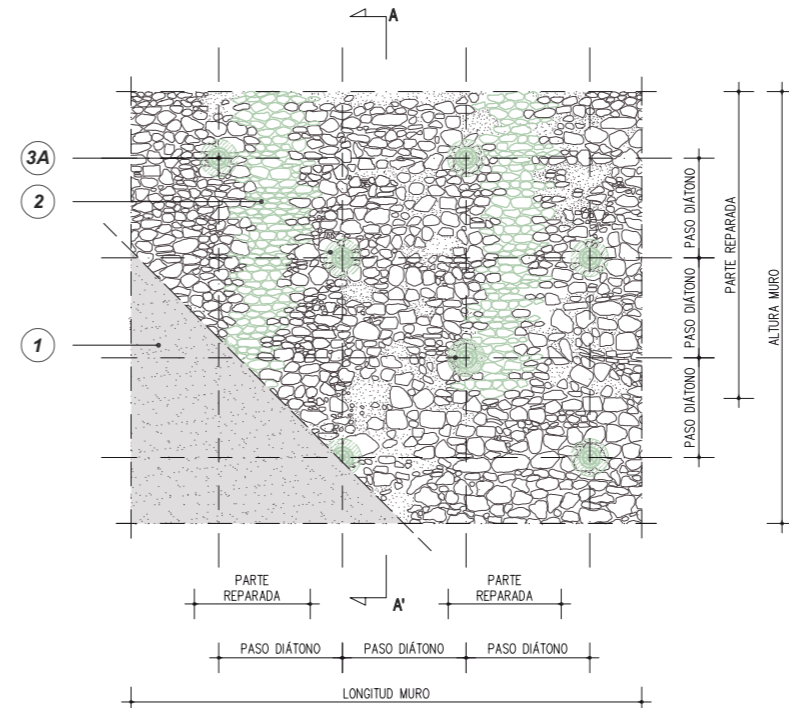


VISTA AXONOMÉTRICA  
INTERVENCIÓN CONJUNTA DE LA ACTUACIÓN COSIDO - DESCOSIDO E INSERCIÓN DE DIÁTONOS ARTIFICIALES A CHICOTE GEOSTEEL G600/G1200

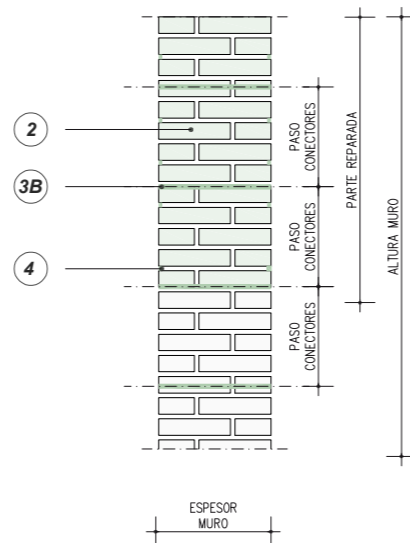


SECCIÓN A-A'  
UNIÓN DE LA ACTUACIÓN DE COSIDO - DESCOSIDO CON LA INSERCIÓN DIFUSA DE CONEXIONES TRANSVERSALES DE CORDONES DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO GEOSTEEL G600/G1200

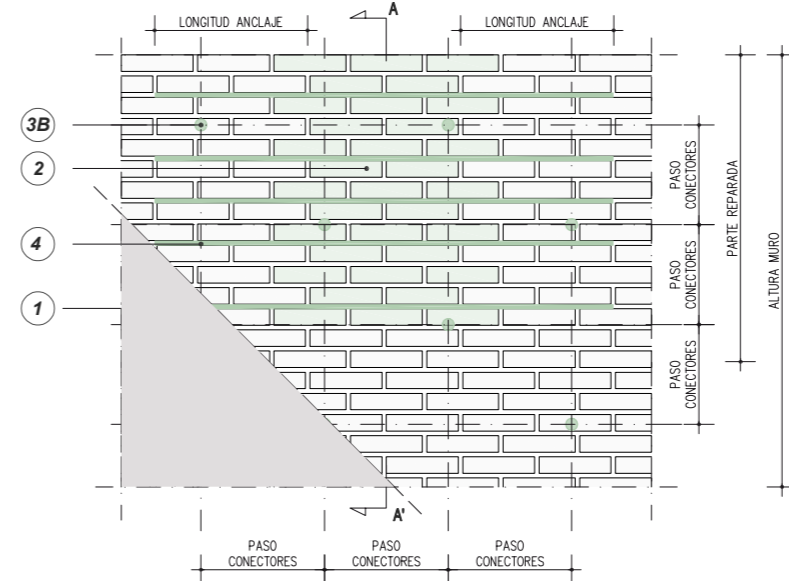
0m 0,5m 1m 2m



DETALLE  
UNIÓN DE LA ACTUACIÓN DE COSIDO - DESCOSIDO CON LA INSERCIÓN DIFUSA DE CONEXIONES TRANSVERSALES DE CORDONES DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO GEOSTEEL G600/G1200



SECCIÓN A-A'  
UNIÓN DE LA ACTUACIÓN COSIDO - DESCOSIDO CON LA INSERCIÓN DIFUSA DE CONECTORES TRANSVERSALES REALIZADO CON BARRAS HELICOIDALES STEEL DRYFIX® Y PERFILADO ARMADO CON BARRAS HELICOIDALES STEEL HELIBAR® 6



DETALLE  
UNIÓN DE LA ACTUACIÓN COSIDO - DESCOSIDO CON LA INSERCIÓN DIFUSA DE CONECTORES TRANSVERSALES REALIZADO CON BARRAS HELICOIDALES STEEL DRYFIX® Y PERFILADO ARMADO CON BARRAS HELICOIDALES STEEL HELIBAR® 6

## CUADRO NORMATIVO

### Conexiones de los muros entre ellos y a los forjados

Las conexiones de los muros entre ellos y a los forjados tienen el objetivo de reducir la esbeltez de las paredes, con respecto a la flexión horizontal y vertical.

Esto genera el doble efecto de:

- 1) limitar los desplazamientos fuera del plano en la dirección horizontal, evitando la desconexión de las viguetas del forjado y de la cubierta;
- 2) limitar la amplitud de la parte de muro potencialmente afectada por mecanismos de fuera del plano, reduciendo la vulnerabilidad en relación a la cinemática local.

Si la conexión entre los muros es escasa o está deteriorada, puede realizarse una **actuación de ensamblaje** entre muros adyacentes secantes. Esta actuación puede realizarse o mejorarse con intervenciones locales. Entre ellas, como ejemplo, se enumeran diversas tipologías de actuación, entre las que se encuentra el **cosido-descosido**.

(Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.7.4 - 2)

### Incremento de la capacidad de los muros

Cuando el muro está compuesto de materiales de baja calidad, puede resultar oportuno mejorar las características mecánicas de los mismos. El tipo de actuación a aplicar viene decidida en base a la tipología y a la calidad del muro y puede variar de la reconstrucción parcial (actuación de **cosido-descosido**) a la consolidación mediante inyecciones, actuaciones superficiales u otras técnicas; se debe proceder a la comprobación previa de la compatibilidad químico-física de los materiales nuevos con los originales.

En el caso que se realicen **inyecciones con mezcla de ligantes**, se deberá comprobar, además, la viabilidad de la actuación en términos de capacidad del muro de absorber y difundir los morteros inyectados poniendo atención en la selección de la presión de introducción de la mezcla, para evitar problemas localizados.

(Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.7.4 - 4)

## POSIBLE ELIMINACIÓN Y RECONSTRUCCIÓN DEL ENFOSCADO DESPUÉS DE LA ACTUACIÓN DE REFUERZO

- 1 En muros sin enfoscar, con el aparejo visto, se recomienda abrir el tejido desfibrado del conector y ocultarlo en las llagas de la mampostería.

RECONSTRUCCIÓN O SUSTITUCIÓN DE LOS MAMPUESTOS ELIMINADOS CON ELEMENTOS NUEVOS, DE SUPERFICIE RUGOSA, INSTALADOS CON **GEOCALCE® G ANTISISMICO** O **GEOCALCE® F ANTISISMICO**. SE DEBE PONER ATENCIÓN, AL ENSAMBLAR LOS NUEVOS APAREJOS, A LA DISTRIBUCIÓN HORIZONTAL DE LOS PREEXISTENTES, DE FORMA QUE SE MANTENGA. SE ACONSEJA REUTILIZAR, CUANDO SEA POSIBLE, LOS MAMPUESTOS DEL MURO ORIGINAL

- 2 **ADVERTENCIA:** El proyectista podrá elegir, en base a su exigencia de proyecto, como alternativa a los geomorteros con resistencia a compresión de categoría **M15 GEOCALCE® G ANTISISMICO** o **GEOCALCE® F ANTISISMICO**, el mortero de cal hidráulica natural NHL 3.5 **BIOCALCE® ENFOSCADO** (Clase de Resistencia a Compresión M5).

## INSERCIÓN DE DIÁTONOS ARTIFICIALES A CHICOTE **GEOSTEEL G600/G1200** EN EL INTERIOR DEL MURO CON **GEOCALCE® FL ANTISISMICO**

- 3A Para un correcto trabado de la fábrica del muro, es posible, junto con la intervención cosido-descosido, disponer de conectores mecánicos mediante bandas de fibra de acero galvanizado **GEOSTEEL G600/G1200/G2000**, sobre todo, en el caso de que los trabajos de intervención se actúe sobre una superficie bastante grande con respecto a la totalidad del muro, sustituyendo de esta manera tensores o grapas metálicas.  
Para mayor información sobre los diátonos artificiales mediante bandas de Geosteel G600/G1200, consultar TABLA 25 A y el APÉNDICE B.

Se recomienda realizar agujeros al tresbolillo con un paso que varía entre 80 y 150 cm. Es preferible realizar el agujero sobre los elementos de la mampostería de mayor tamaño, para evitar la expulsión de aquellos menores y, por tanto, más débiles.

## INSTALACIÓN EN SECO DE BARRAS HELICOIDALES **STEEL DRYFIX®**

- 3B Alternativamente a los conectores mecánicos mediante bandas, para un correcto trabado de la fábrica del muro, es posible, unida a la ejecución de los trabajos de cosido-descosido mediante la disposición de barras helicoidales **STEEL DRYFIX®**, sobre todo en el caso de ejecuciones que actúen sobre una amplia superficie del muro, sustituyendo de esta manera tensores o grapas metálicas.  
Par amayor información sobre las barras helicoidales **STEEL DRYFIX®** consultar la TAB 25 C y el APÉNDICE B.

## **STEEL HELIBAR® 6** INSTALADA ENTRE LAS LLAGAS CON **GEOCALCE® F ANTISISMICO**

- 4 La gran flexibilidad de **STEEL HELIBAR® 6** permite realizar la técnica de la junta armada o reparación armada también sobre muros con juntas que presentan desalineamientos en aplicaciones de mortero.  
Para mayor información sobre fases de montaje **STEEL HELIBAR® 6** consultar TAB 23A.

Es posible conectar los conectores **STEEL DRYFIX®** y **STEEL HELIBAR® 6** mediante conexiones transversales.  
Para mayor información sobre fases de montaje consultar TAB 23B

# 22

## Reparación del llagueado en muros de mampostería con mortero a base de cal hidráulica natural

### PRESCRIPCIÓN

1. Preparación de los soportes. Proceder realizando un profundo descarnado de las llagas del muro con medios manuales, usando solo rasquetas o medios similares. Poner mucha atención en caso de usar herramientas mecánicas o cincelados que podrían dañar los elementos originales del muro. Una vez terminado el descarnado, lavar el muro pulverizando agua a baja presión. El soporte debe estar limpio, ser consistente y estar libre de partes friables, polvo y mohos. Los muros históricos se deben limpiar cuidadosamente de residuos de trabajos precedentes (estucos y acabados viejos, etc.) o salificaciones intersticiales y/o superficiales que podrían perjudicar la adhesión. Antes de proceder al relleno, mojar siempre los soportes.
2. Llagueado profundo. Realizar el llagueado en profundidad de las llagas con geomortero GEOCALCE F ANTISISMICO o GEOCALCE G ANTISISMICO. En el llagueado de muros caravista extender una primera mano de mortero en las llagas, correctamente limpiadas, preparadas y humedecidas, mediante paleta o llana, efectuando presión enérgica para garantizar la adhesión. Los llagueados a ras de muro podrán limpiarse con esponja.

### ADVERTENCIAS

GEOCALCE F ANTISISMICO y GEOCALCE G ANTISISMICO son productos naturales no pigmentados, por tanto, la coloración puede variar entre distintos lotes de producción. Por otra parte, al ser un producto mineral, el color del mortero endurecido y seco varía en función de la absorción de los soportes y de las condiciones atmosféricas durante la aplicación.

El proyectista puede elegir, como alternativa a los geomorteros con resistencia a compresión de clase M15 GEOCALCE G ANTISISMICO o GEOCALCE F ANTISISMICO, el mortero de cal hidráulica natural NHL 3.5 BIOCALCE PIEDRA (Clase de Resistencia a Compresión M5).

### ESPECIFICACIÓN DE PROYECTO

Llagueado en muros existentes, mediante mortero de altísima higroscopicidad y transpirabilidad a base de cal hidráulica natural NHL 3.5, puzolana natural extrafina, áridos de arena silícea y mármol puro blanco Macael de curva granulométrica 0 - 1,4 mm, GreenBuilding Rating 4 - tipo BIOCALCE PIEDRA de Kerakoll - alta eficacia en la dilución de los contaminantes en el interior, no permite el desarrollo de bacterias (Clase B+) ni de hongos (Clase F+) medida con método CSTB, certificado con bajísimas emisiones COVs con conformidad EC 1 - R Plus GEV-Emicode, emisiones CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, contenido de minerales reciclados ≥ 30%. El geomortero natural está provisto de marcado CE, es conforme a los requisitos de la norma EN 998-2 - G/ M5, reacción al fuego clase A1, resistencia a compresión a 28 días ≥ 5 N/mm<sup>2</sup>, coeficiente de resistencia al vapor de agua (μ) ≥ 15 ≤ 35, adhesión al soporte a 28 días > 0,55 N/mm<sup>2</sup>.

La actuación se desarrollará en las siguientes fases: eliminación de los viejos morteros dañados presentes en la llaga de los muros, en una profundidad de 2 - 3 cm, evitando realizar cualquier tratamiento sobre trozos en buen estado de conservación, posterior cepillado y lavado de las mismas; llagueados de las llagas con mortero.

Se incluyen la carga, el transporte y descarga del material; mano de obra y herramientas especiales necesarias. Se excluyen: las pruebas de aceptación del material; las investigaciones previas y posteriores a la intervención; todos los medios auxiliares necesarios para la ejecución de los trabajos.

El precio es por metro cuadrado de muro llagueado.

1 Identificación del muro con llagas a perfilar.



2 Aplicación de GEOCALCE G ANTISISMICO o GEOCALCE F ANTISISMICO.



3 Reparación del llagueado realizada sobre muro existente.

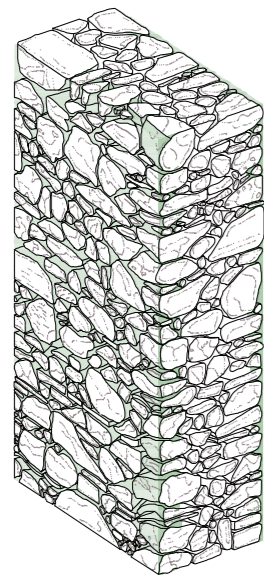


4 Reparación del llagueado con GEOCALCE G ANTISISMICO o GEOCALCE F ANTISISMICO.



# 22

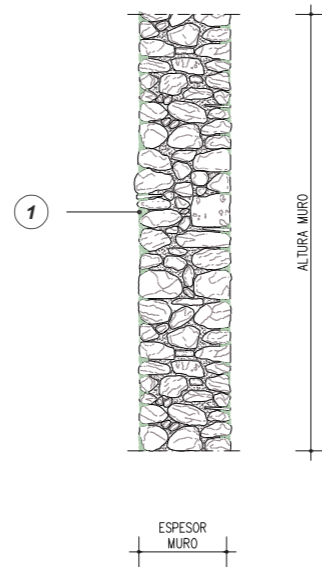
REPARACIÓN DEL LLAGUEADO EN MUROS DE MAMPOSTERÍA CON MORTERO A BASE DE CAL HIDRÁULICA NATURAL



VISTA AXONOMÉTRICA  
REPARACIÓN PROFUNDA DEL LLAGUEADO

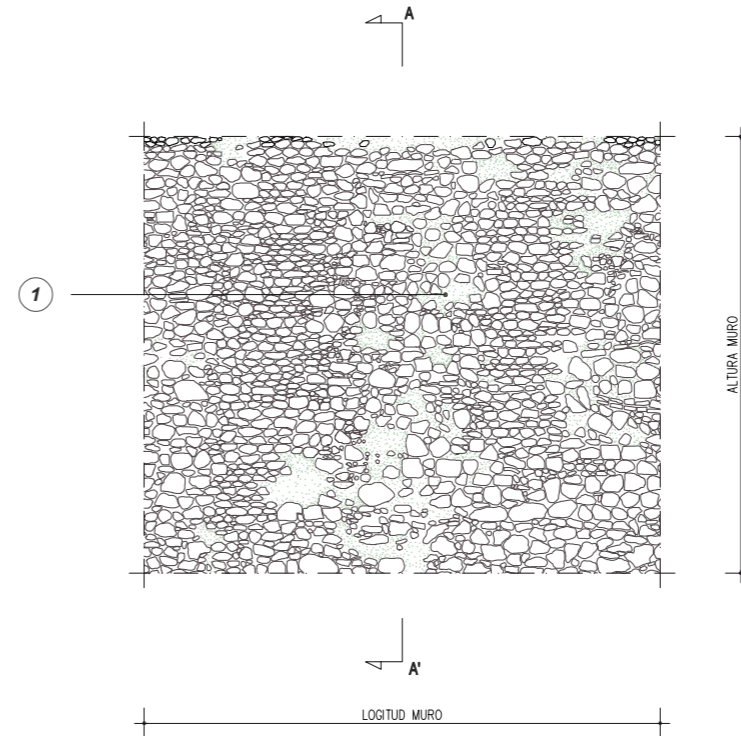
**NOTA**  
Los diseños representan, a modo de ejemplo, un aparejo en piedra, aunque el esquema es idéntico si se encuentra en presencia de muros de ladrillo o toba.  
En el caso de huecos en el aparejo del muro, la actuación ilustrada se realizará tras la consolidación del muro mediante inyecciones (TABLA 24).

POWERED BY **kerakoll** ENGINEERED BY **ASDEA**



SECCIÓN A-A'  
ACTUACIÓN DE REPARACIÓN DEL LLAGUEADO MEDIANTE  
GEOCALCE® G ANTISISMICO O GEOCALCE® F ANTISISMICO

0m 0.5m 1m 2m



DETALLE  
ACTUACIÓN DE REPARACIÓN DEL LLAGUEADO MEDIANTE  
GEOCALCE® G ANTISISMICO O GEOCALCE® F ANTISISMICO

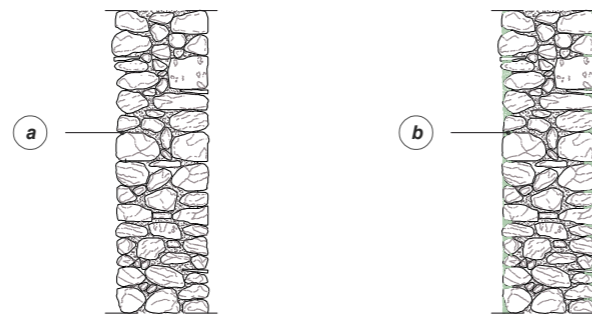
1  
LLAGUEADO PROFUNDO DE LA LLAGA Y DE LAS LESIONES PRESENTES CON GEOCALCE® G ANTISISMICO O GEOCALCE® F ANTISISMICO

ADVERTENCIA: El proyectista podrá elegir, en base a su exigencia de proyecto, como alternativa a los geomorteros con resistencia a compresión de categoría M15 **GEOCALCE® G ANTISISMICO** o **GEOCALCE® F ANTISISMICO**, el mortero de cal hidráulica natural NHL 3.5 **BIOCALCE® PIEDRA** (Clase de Resistencia a Compresión M5).

## FASES OPERATIVAS PARA LA ACTUACIÓN DE REPARACIÓN DEL LLAGUEADO

FASE I: DESCARNADO DE LA LLAGA

FASE II: LLAGUEADO



a  
DESCARNADO PROFUNDO DEL LLAGUEADO EXISTENTE DEL MURO CON MEDIOS MANUALES (TIPO ESPÁTULA) Y SUCESIVO LAVADO CON AGUA A BAJA PRESIÓN

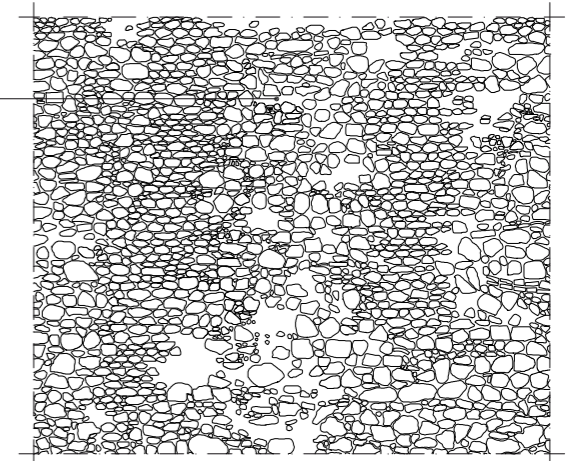
b  
LLAGUEADO PROFUNDO DE LA LLAGA Y DE LAS LESIONES PRESENTES CON **GEOCALCE® G ANTISISMICO** O **GEOCALCE® F ANTISISMICO**, MATERIALES DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y MECANICAS ANÁLOGAS A LOS EXISTENTES

0m 0.5m 1m

## TIPOLOGÍA DE DAÑO PARA LA QUE SE ACONSEJA LA ACTUACIÓN DE REPARACIÓN DEL LLAGUEADO

AUSENCIA DE MORTERO EN LA LLAGA

El paramento se encuentra sin mortero original en el llagueado, con la consecuente pérdida de la función ligante superficial. Sin embargo, el mampuesto del muro se encuentra en buen estado de conservación.



0m 0.5m 1m 2m

## CUADRO NORMATIVO

### Incremento de la capacidad de los muros

La actuación de **reparación del llagueado**, si se efectúa sobre ambas caras, puede mejorar las características mecánicas del muro incrementando, de hecho, el área resistente. Se debe tener precaución en la elección del mortero a utilizar en relación al existente. La posible introducción en la llaga "reparada" de pequeñas barras, cables, pletinas metálicas o de otros materiales resistentes a tracción, especialmente si se encuentran anclados al muro mediante conexiones transversales a los paramentos y organizados como sistema continuo en las tres direcciones, puede mejorar adicionalmente la eficacia de la actuación.  
(Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.7.4 - 4)

# 23A

## Perfilado armado de la llaga caravista mediante mortero a base de cal hidráulica natural y barras helicoidales de acero inoxidable

### PRESCRIPCIÓN

1. Preparación de los soportes. Proceder realizando un profundo descarnado de las llagas del muro con medios mecánicos o manuales (aprox. 2-3 cm), prestando especial atención en caso de uso de herramientas mecánicas o cincelados que pudieran dañar los elementos originales del muro. Una vez terminado el descarnado de la llaga, para toda la longitud de la barra de cosido que se va a instalar, realizar un lavado del muro con agua pulverizada a baja presión. El soporte debe estar limpio, ser consistente y estar libre de partes friables, polvo y mohos. Los muros históricos deben limpiarse cuidadosamente de residuos de trabajos anteriores o salificaciones intersticiales y/o superficiales y de cualquier otra sustancia que pueda comprometer la adhesión del geomortero GEOCALCE F ANTISISMICO, elegido para el embebido de las barras STEEL HELIBAR 6. Antes de proceder con el perfilado, mojar siempre los soportes.
2. Perfilado armado de la llaga. Realizar una cama de material con el geomortero GEOCALCE F ANTISISMICO por aprox. 2/3 del espesor de la llaga descarnada, y con la ayuda de una paleta insertar la STEEL HELIBAR 6 en el espesor de la junta. Instalar la barra mediante presión manual procurando que el mortero de llagueado salga por los lados de la misma; al finalizar la inserción de la barra, llaguear con el mismo mortero para garantizar el perfecto sellado de la junta y la perfecta adherencia de la barra al soporte. Los llagueados a ras de muro podrán limpiarse con esponja.

### ADVERTENCIAS

GEOCALCE F ANTISISMICO es un producto natural no pigmentado, por tanto, la coloración puede tomar una tonalidad variable entre distintos lotes de producción. Por otra parte, al ser un producto mineral, el color del mortero endurecido y seco varía en función de la absorción de los soportes y de las condiciones atmosféricas durante la aplicación.

### ESPECIFICACIÓN DE PROYECTO

Perfilado armado de las llagas de los muros mediante el uso de barras helicoidales certificadas EN 845-1 de acero inoxidable AISI 304, provistas de marcado CE - tipo STEEL HELIBAR 6 de Kerakoll - características técnicas certificadas: carga de rotura a tracción > 9,8 kN; carga de rotura a cortante > 5,5 kN; módulo elástico > 130 GPa; deformación última a rotura > 5%; área nominal 8 mm<sup>2</sup>, instaladas en la llaga de mortero, colocación en obra mediante fijación con los geomorteros de altísima higroscopicidad y transpirabilidad a base de cal hidráulica natural NHL 3.5 y Geoligante mineral, áridos de arena silícea y calizas dolomíticas de curva granulométrica 0 - 1,4 mm, GreenBuilding Rating 5 -GEOCALCE F ANTISISMICO de Kerakoll - características técnicas certificadas: alta eficacia en la reducción de los contaminantes de interior, no permite el desarrollo de bacterias (Clase B+) ni de hongos (Clase F+) medida con método CSTB, certificado con bajísimas emisiones COVs con conformidad EC 1 Plus GEV-Emicode, emisiones CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, contenido de minerales reciclados ≥ 30%. El geomortero natural provisto con marcado CE, clase del mortero M15 (EN 998/2), clase de resistencia R1 PCC (EN 1504-3), reacción al fuego A1 (EN 13501-1), permeabilidad al vapor de agua de 15 a 35 (EN 1745), resistencia a compresión a los 28 días ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo elástico 9 GPa (EN 13412), adhesión al soporte a los 28 días > 1,0 N/mm<sup>2</sup> - FB: B (EN 1015-12).

La actuación se desarrollará en las siguientes fases: eliminación de los viejos morteros presentes en la llaga de los muros y posterior cepillado y lavado de las mismas; llagueados de las llagas anteriormente descarnadas, por aprox. 2/3 del espesor con el geomortero; instalar la barra helicoidal mediante presión manual teniendo la precaución de que el mortero de llagueado salga por los lados de la misma; al finalizar la inserción de la barra, llaguear con el mismo mortero para garantizar el perfecto sellado de la junta y el anclaje de la barra garantizando una perfecta adherencia de ésta con el soporte. Los llagueados a ras de muro podrán limpiarse con esponja.

Está incluida la entrega y la colocación en obra de todos los materiales arriba descritos. No se incluyen: la posible limpieza de las zonas degradadas y la reparación del soporte; las pruebas de aceptación del material; las verificaciones pre- y post- intervención; todos los medios auxiliares necesarios para la ejecución de los trabajos.

El precio es por unidad de longitud de muro reconstruido y reforzado.

1

Profundo descarnado de las llagas de los muros con medios manuales.



2

Llagueado con GEOCALCE G ANTISISMICO o GEOCALCE F ANTISISMICO por aprox. 2/3 del espesor de la llaga.



3

Inserción de STEEL HELIBAR 6.



4

Sellado de la llaga y anclaje de la barra.



5

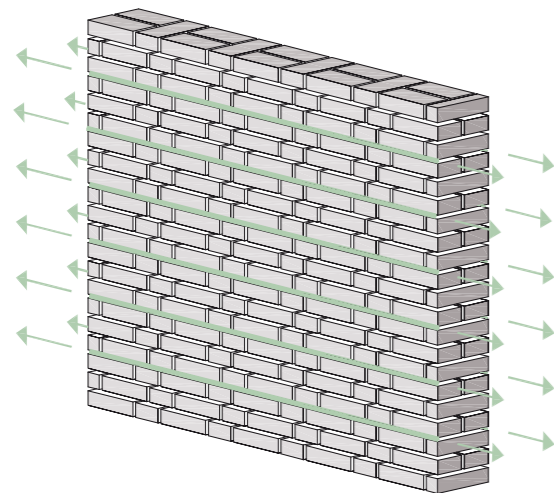
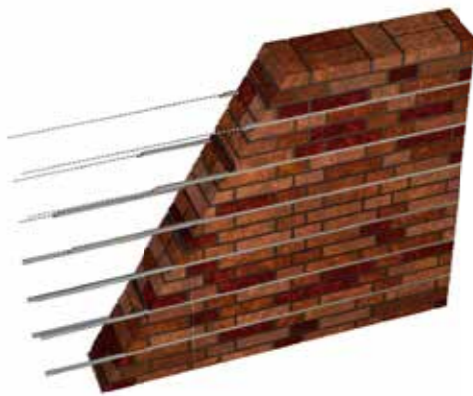
Llagueado a ras de muro.





# 23A

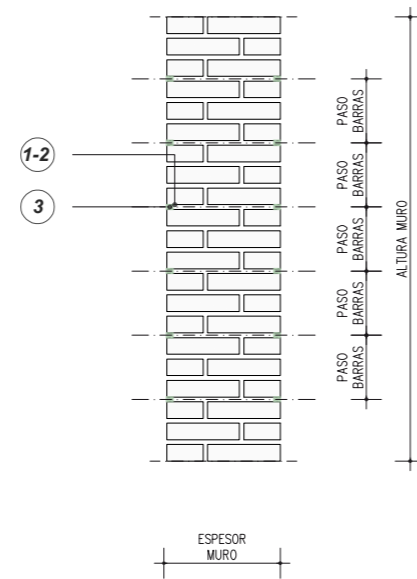
PERFILADO ARMADO DE LA LLAGA CARAVISTA MEDIANTE MORTERO A BASE DE CAL HIDRÁULICA NATURAL Y BARRAS HELICOIDALES DE ACERO INOXIDABLE



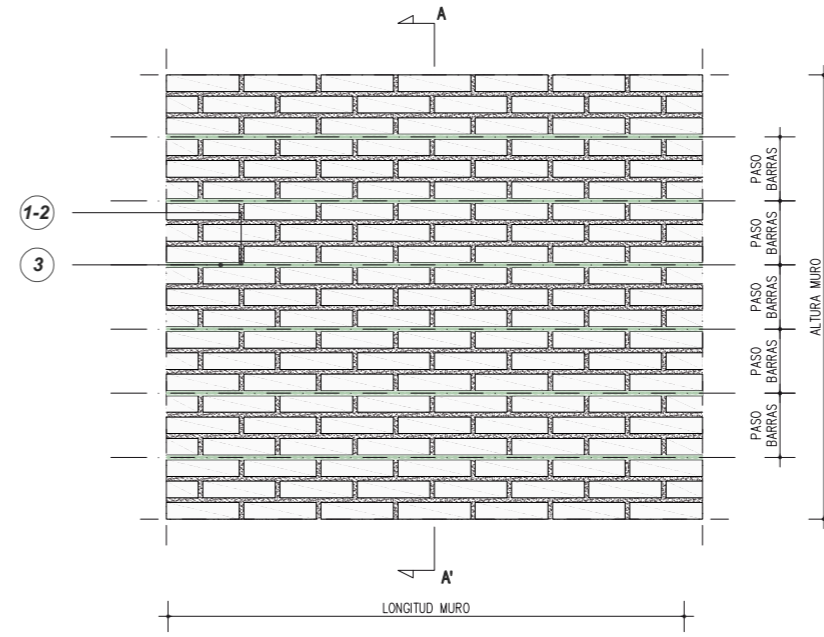
PERFILADO ARMADO DE LA LLAGA CON STEEL HELIBAR® 6

**NOTA**

Los diseños representan, a modo de ejemplo, un muro de fábrica, aunque el esquema es idéntico si se encuentra en presencia de muros de mampuestos cuadrados o tobas. Tal actuación permite incrementar a flexión y a cortante, y coser el muro. En el caso de que sea necesario, es posible reconstruir preventivamente en profundidad la llaga según se indica en la TABLA 22.



SECCIÓN A-A'  
ACTUACIÓN DE PERFILADO ARMADO DE LA LLAGA CON STEEL HELIBAR® 6



DETALLE  
ACTUACIÓN DE PERFILADO ARMADO DE LA LLAGA CON STEEL HELIBAR® 6

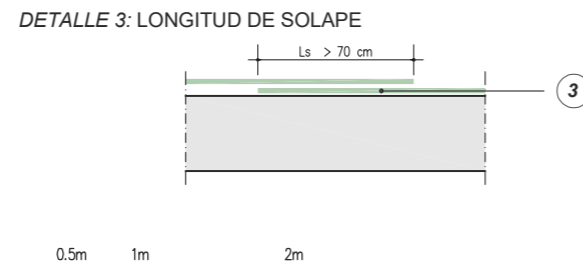
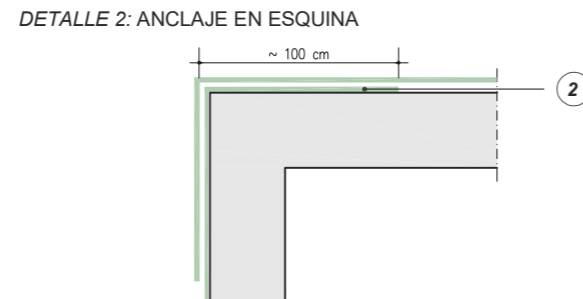
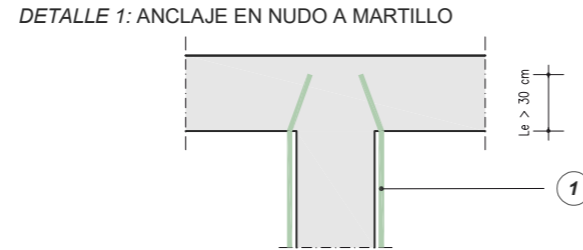
1 PROCEDER EFECTUANDO UN PROFUNDO DESCARNADO DE LA LLAGA CON MEDIOS MANUALES, UTILIZANDO EXCLUSIVAMENTE RASQUETAS O HERRAMIENTAS SIMILARES. SE DEBE PONER MUCHA ATENCIÓN EN CASO DE UTILIZAR HERRAMIENTAS MECÁNICAS O CINCEL QUE PUDIERAN DAÑAR LOS ELEMENTOS ORIGINALES DEL MURO

2 LAVADO DEL MURO CON AGUA A BAJA PRESIÓN. EL FONDO DEBE ESTAR LIMPIO Y CONSISTENTE, SIN PARTES FRIABLES, SIN POLVO NI HONGOS. LOS MUROS HISTÓRICOS DEBEN LIMPIARSE CON ATENCIÓN DE RESIDUOS DE TRABAJOS ANTERIORES O CRISTALIZACIÓN DE SALES SUPERFICIALES Y/O CUALQUIER OTRA SUSTANCIA QUE PUEDA COMPROMETER LA ADHESIÓN DEL GEOMORTERO **GEOCALCE® F ANTISISMICO** ELEGIDO PARA LA INSTALACIÓN DE LAS BARRAS **STEEL HELIBAR® 6**. ANTES DE PROCEDER A LA APLICACIÓN DE MORTERO, SE DEBE MOJAR LA SUPERFICIE

3 **STEEL HELIBAR® 6** INSTALADA ENTRE LAS LLAGAS CON **GEOCALCE® F ANTISISMICO**

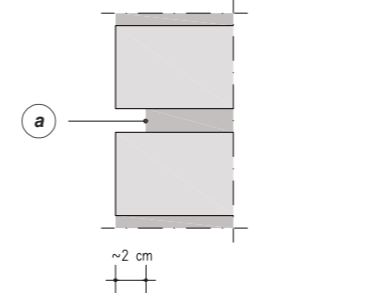
La excepcional flexibilidad de la **STEEL HELIBAR® 6** permite la realización de la técnica del repointing o llagueado armado también en muros que presentan llagas no alineadas. Las barras pueden trabajarse, con ángulos de hasta 90°, para realizar los anclajes sobre el muro.

DETALLE DE ANCLAJE Y SOLAPE



FASE DE MONTAJE DE STEEL HELIBAR® 6

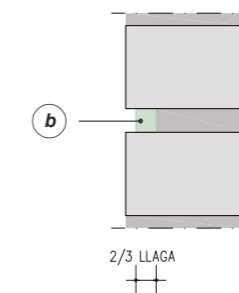
FASE I: DESCARNADO DE LA LLAGA



DESCARNAR APROXIMADAMENTE 2 cm LA LLAGA EN TODA SU LONGITUD CON RADIAL O MEDIOS MANUALES. ELIMINAR EL MORTERO DE LA LLAGA EN TODA LA LONGITUD DONDE SE VAYA A INSTALAR LA BARRA DE COSIDO

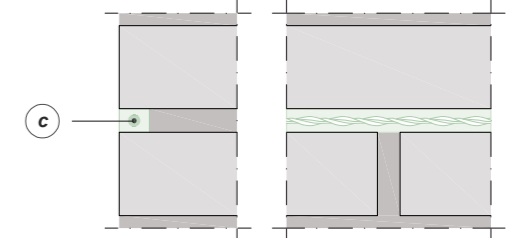


FASE II: LIMPIEZA Y RELLENO CON GEOMORTERO®



PROCEDER CON LA LIMPIEZA Y LA RECUPERACIÓN DE LA LLAGA CON PALETA O PISTOLA MANUAL. RELLENAR APROXIMADAMENTE 2/3 DEL ESPESOR DE LA LLAGA CON **GEOCALCE® F ANTISISMICO**

FASE III: INTRODUCCIÓN STEEL HELIBAR® 6



INSTALAR LA BARRA **STEEL HELIBAR® 6** MEDIANTE PRESIÓN MANUAL, TENIENDO LA PRECAUCIÓN DE QUE EL MORTERO SALGA POR LOS LADOS DE LA MISMA. ACABAR DE RELLENAR CON EL MISMO MORTERO PARA GARANTIZAR SU PERFECTO LLAGUEADO, LA INTRODUCCIÓN DE LA BARRA Y LA ESTÉTICA DEL TRABAJO ACABADO

CUADRO NORMATIVO

**Incremento de la capacidad de los muros**

La actuación de **reparación del llagueado**, si se efectúa sobre ambas caras, puede mejorar las características mecánicas del muro incrementando, de hecho, el área resistente. Se debe tener precaución en la elección del mortero a utilizar en relación al existente. La posible introducción en la llaga "reparada" de pequeñas barras, cables, pletinas metálicas o de otros materiales resistentes a tracción, especialmente si se encuentran anclados al muro mediante conexiones transversales a los paramentos y organizados como sistema continuo en las tres direcciones, puede mejorar adicionalmente la eficacia de la actuación. (Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.7.4 - 4)

**Consolidación con llagueado armado y conexión de los muros**

El coeficiente indicado en la tabla, diferenciado según los distintos tipos de muro, puede aplicarse a los valores tanto de los parámetros de resistencia ( $f_t$ ,  $f_0$  y  $f_{v0}$ ), como de los módulos elásticos (E, G), en este último caso se debe reducir en un 50%. Esta técnica (con los relativos coeficientes de mayoración) puede aplicarse también sustituyendo, sobre uno de los paramentos, el llagueado armado con un enfoscado armado de limitado espesor, realizado con mortero en base cal, siempre que los elementos de conexión transversal estén instalados. (Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.5.4.1)

# 23B

## Perfilado armado de la llaga de fábricas caravista y conexiones transversales mediante mortero, a base de cal hidráulica natural, conectores y barras helicoidales de acero inoxidable

### PRESCRIPCIÓN

- Preparación de los soportes. Efectuar un descarnado profundo de las llagas del muro con medios mecánicos o manuales, al menos 3 cm, poniendo mucha atención en el caso de usar herramientas mecánicas o escarpe que puedan dañar los elementos originales del muro. Realizar los agujeros guía con el diámetro adecuado para la posterior instalación de las barras helicoidales STEEL DRYFIX 10 en el interior del muro, Preverla ampliación del diámetro a 14 mm en los primeros 70 mm de profundidad del agujero, para la inserción del CONNETTORE STEEL DRYFIX 10. A continuación, lavar el muro con agua pulverizada a baja presión. El soporte debe estar limpio, ser consistente y estar libre de partes friables, polvo y mohos. Los muros históricos deben limpiarse cuidadosamente de residuos de trabajos anteriores o salificaciones intersticiales y/o superficiales y de cualquier otra sustancia que pueda comprometer la adhesión del geomortero GEOCALCE F ANTISISMICO, elegido para el embebido de las barras STEEL HELIBAR 6. Antes de proceder con el perfilado, mojar siempre los soportes.
- Perfilado armado de la llaga. Instalar en los agujeros guía las barras helicoidales STEEL DRYFIX 10 mediante la herramienta específica MANDRINO STEEL DRYFIX 10-12 y posteriormente insertar, sobre la cabeza de las barras, el CONNETTORE STEEL DRYFIX 10. Realizar una cama de material con el geomortero GEOCALCE F ANTISISMICO por aprox. 2/3 del espesor de la llaga descarnada, y con la ayuda de una paleta insertar la STEEL HELIBAR 6 en el espesor de la junta. Instalar la barra mediante presión manual, procurando que el mortero de tendido rebose por los lados de la misma. En correspondencia con el CONNETTORE STEEL DRYFIX 10 insertar la barra helicoidal STEEL HELIBAR 6 en uno de los dos agujeros presentes. El segundo agujero puede utilizarse en el caso que se necesitara una segunda barra helicoidal STEEL HELIBAR 6 prevista como refuerzo o como solape. Al terminar la inserción de la barra, sellar con el mismo mortero a modo de garantizar el perfecto llagueado de la junta y la perfecta adherencia de ésta con el soporte. Los llagueados a ras de muro podrán limpiarse con esponja.

### ADVERTENCIAS

GEOCALCE F ANTISISMICO es un producto natural no pigmentado, por tanto, la coloración puede tomar una tonalidad variable entre distintos lotes de producción. Por otra parte, al ser un producto mineral, el color del mortero endurecido y seco varía en función de la absorción de los soportes y de las condiciones atmosféricas durante la aplicación.

### ESPECIFICACIÓN DE PROYECTO

Perfilado armado de las llagas de los muros mediante el uso de barras helicoidales certificadas EN 845-1 de acero inoxidable AISI 304, provistas de marcado CE – tipo STEEL HELIBAR 6 de Kerakoll – características técnicas certificadas: carga de rotura a tracción > 9,8 kN; carga de rotura a cortante > 5,5 kN; módulo elástico > 130 GPa; deformación última a rotura > 5‰; área nominal 8 mm², instaladas en la llaga de mortero, colocación en obra mediante fijación con los geomorteros de altísima higroscopicidad y transpirabilidad a base de cal hidráulica natural NHL 3.5 y Geoligante mineral, áridos de arena silícea y calizas dolomíticas de curva granulométrica 0 – 1,4 mm, GreenBuilding Rating 5 –GEOCALCE F ANTISISMICO de Kerakoll – características técnicas certificadas: alta eficacia en la reducción de los contaminantes de interior, no permite el desarrollo de bacterias (Clase B+) ni de hongos (Clase F+) medida con método CSTB, certificado con bajísimas emisiones COVs con conformidad EC 1 Plus GEV-Emicode, emisiones CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, contenido de minerales reciclados ≥ 30%. El geomortero natural provisto con marcado CE, clase del mortero M15 (EN 998/2), clase de resistencia R1 PCC (EN 1504-3), reacción al fuego A1 (EN 13501-1), permeabilidad al vapor de agua de 15 a 35 (EN 1745), resistencia a compresión a los 28 días ≥ 15 N/mm² (EN 1015-11), módulo elástico 9 GPa (EN 13412), adhesión al soporte a los 28 días > 1,0 N/mm² – FB: B (EN 1015-12). Conexión de barra helicoidal –tipo STEEL HELIBAR 6 de Kerakoll – con la técnica del cosido en seco realizado con barras helicoidales certificadas EN 845-1 de acero inoxidable AISI 304 - AISI 316, provistas de marcado CE, instaladas en el adecuado agujero guía en el elemento estructural, previo posible tratamiento de reparación de las superficies dañadas, provistas y puestas en obra mediante el correcto mandril de percusión, –tipo STEEL DRYFIX 10 de Kerakoll – características técnicas certificadas: carga de rotura a tracción ≥ 16,2 kN; carga de rotura a cortante ≥ 9,5 kN; módulo elástico ≥ 150 GPa; deformación última a rotura ≥ 3‰; área nominal 15,5 mm². La unión entre las dos barras helicoidales se realizará con el conector adecuado – tipo CONNETTORE STEEL DRYFIX 10 de Kerakoll.

La actuación se desarrollará en las siguientes fases: eliminación de los viejos morteros presentes en la llaga de los muros en una profundidad de al menos 3 cm, realización de agujeros guía del diámetro adecuado y posterior cepillado y lavado de las mismas; instalación en seco de las barras helicoidales de diámetro 10 mm utilizando el mandril específico; inserción de los conectores mediante enroscado; con paleta o pistola manual llaguear la junta anteriormente descarnada, por aprox. 2/3 del espesor con el geomortero; instalar la barra helicoidal de diámetro 6 mm mediante presión manual teniendo la precaución de que el mortero de llagueado salga por los lados de la misma; al finalizar la inserción de la barra, llaguear con el mismo mortero para garantizar el perfecto sellado de la junta y el anclaje de la barra garantizando una perfecta adherencia de ésta con el soporte. Los llagueados a ras de muro podrán limpiarse con esponja.

Está incluida la entrega y la colocación en obra de todos los materiales arriba descritos. No se incluyen: la posible limpieza de las zonas degradadas y la reparación del soporte; las pruebas de aceptación del material; las verificaciones pre- y post- intervención; todos los medios auxiliares necesarios para la ejecución de los trabajos.

El precio es por unidad de longitud de muro reconstruido y reforzado.

1 Descarnado de las llagas del muro y ejecución de los agujeros guía.



2 Instalación de STEEL DRYFIX 10.



3 Inserción del CONNETTORE STEEL DRYFIX 10.



4 Llagueado con GEOCALCE F ANTISISMICO por aprox. 2/3 del espesor de la llaga.



5 Inserción de STEEL HELIBAR 6.

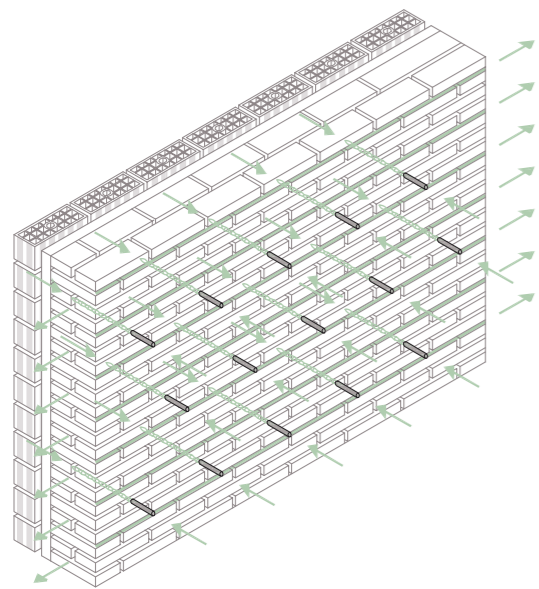


6 Sellado de la llaga y anclaje de la barra.



# 23B

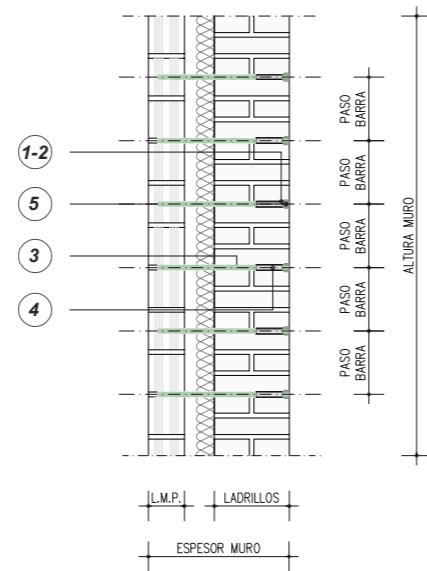
PERFILADO ARMADO DE LA LLAGA DE FÁBRICAS CARAVISTA Y CONEXIONES TRANSVERSALES MEDIANTE MORTERO, A BASE DE CAL HIDRÁULICA NATURAL, CONECTORES Y BARRAS HELICOIDALES DE ACERO INOXIDABLE



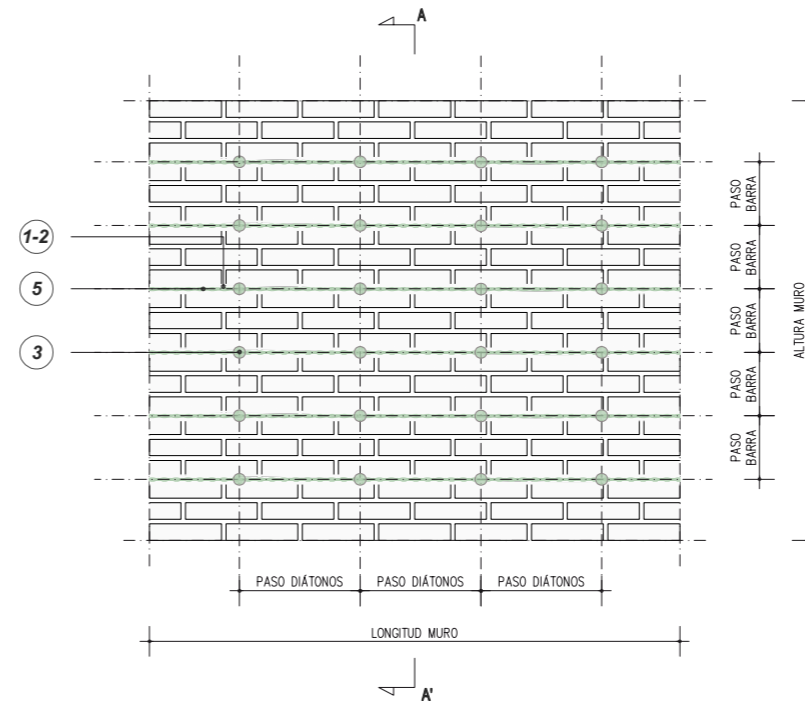
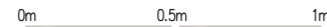
VISTA AXONOMÉTRICA  
PERFILADO ARMADO DE LA LLAGA CON STEEL HELIBAR® 6

**NOTA**

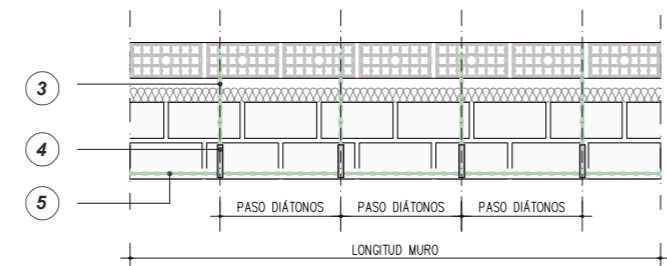
Las barras STEEL DRYFIX® 10, a falta de verificar su instalación en obra, generalmente no pueden proyectarse para actuaciones de cosido sobre muros de piedra de elevada consistencia mecánica.



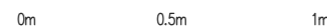
SECCIÓN A-A'  
ACTUACIÓN DE PERFILADO ARMADO EN LLAGAS CON STEEL HELIBAR® 6 Y CONEXIONES TRANSVERSALES CON STEEL DRYFIX® 10 Y CONECTOR STEEL DRYFIX® 10



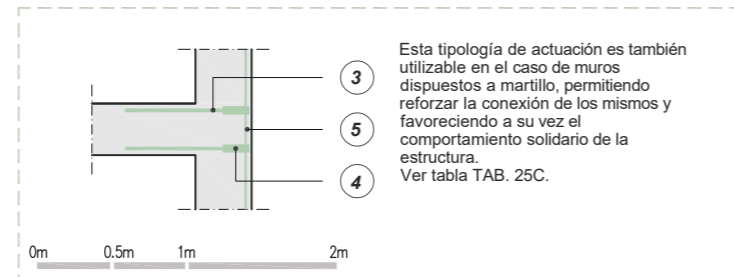
DETALLE  
ACTUACIÓN DE PERFILADO ARMADO EN LLAGAS CON STEEL HELIBAR® 6 Y CONEXIONES TRANSVERSALES CON STEEL DRYFIX® 10 Y CONECTOR STEEL DRYFIX® 10



PLANTA  
ACTUACIÓN DE PERFILADO ARMADO EN LLAGAS CON STEEL HELIBAR® 6 Y CONEXIONES TRANSVERSALES CON STEEL DRYFIX® 10 Y CONECTOR STEEL DRYFIX® 10



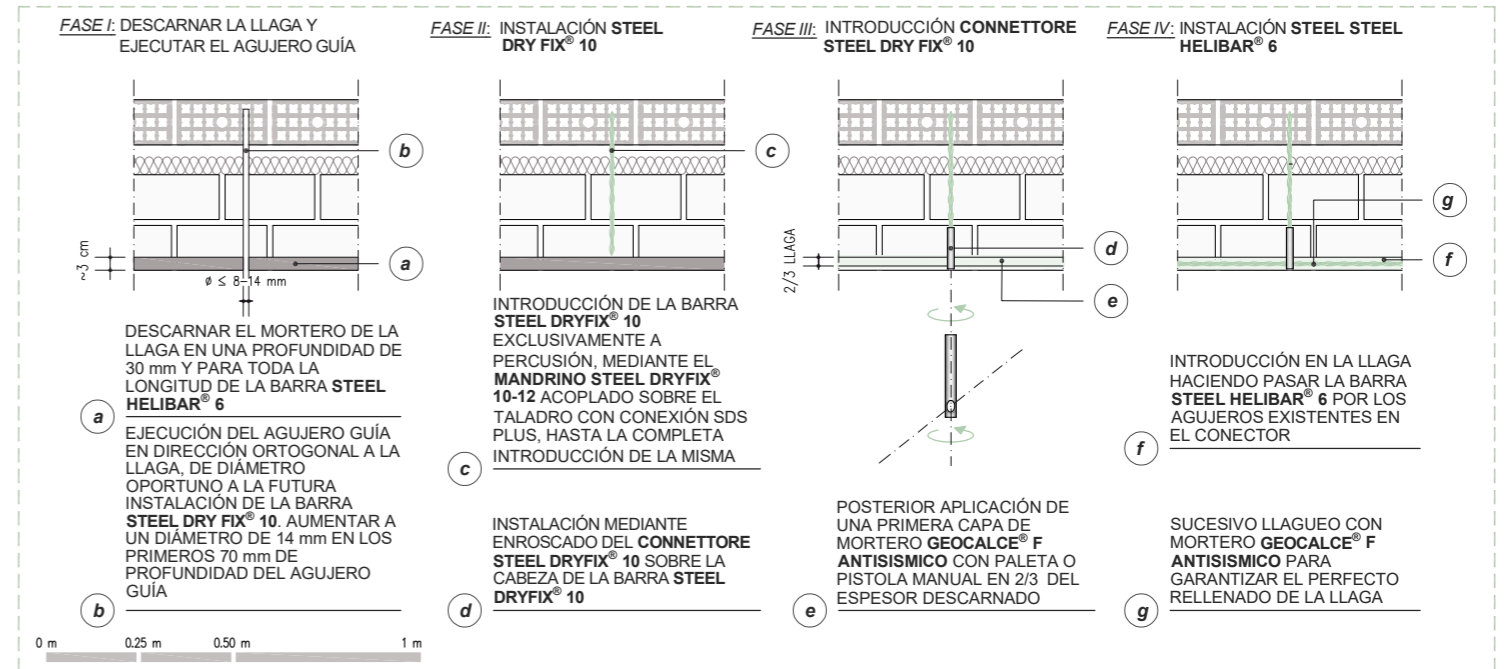
SOLUCIÓN PARTICULAR: CONEXIÓN DE MUROS TRANSVERSALES



Esta tipología de actuación es también utilizable en el caso de muros dispuestos a martillo, permitiendo reforzar la conexión de los mismos y favoreciendo a su vez el comportamiento solidario de la estructura. Ver tabla TAB. 25C.



FASES DE MONTAJE



CUADRO NORMATIVO

**Incremento de la capacidad de los muros**

La actuación de **reparación del llagueado**, si se efectúa sobre ambas caras, puede mejorar las características mecánicas del muro incrementando, de hecho, el área resistente. Se debe tener precaución en la elección del mortero a utilizar en relación al existente. La posible introducción en la llaga "reparada" de pequeñas barras, cables, pletinas metálicas o de otros materiales resistentes a tracción, especialmente si se encuentran anclados al muro mediante conexiones transversales a los paramentos y organizados como sistema continuo en las tres direcciones, puede mejorar adicionalmente la eficacia de la actuación. (Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.7.4 - 4)

**Consolidación con llagueado armado y conexión de los muros**

El coeficiente indicado en la tabla, diferenciado según la distintos tipos de muro, puede aplicarse a los valores tanto de los parámetros de resistencia ( $f$ ,  $\tau_0$  y  $f_{v0}$ ), como de los módulos elásticos ( $E$ ,  $G$ ), en este último caso se debe reducir en un 50%. Esta técnica (con los relativos coeficientes de mayoración) puede aplicarse también sustituyendo, sobre uno de los paramentos, el llagueado armado con un enfoscado armado de limitado espesor, realizado con mortero en base cal, siempre que los elementos de conexión transversal estén instalados. (Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.5.4.1)

PREPARACIÓN DEL SOPORTE: PROCEDER EFECTUANDO UN PROFUNDO DESCARNADO DE LA LLAGA CON MEDIOS MANUALES, UTILIZANDO EXCLUSIVAMENTE RASQUETAS O HERRAMIENTAS SIMILARES. SE DEBE PONER MUCHA ATENCIÓN EN CASO DE UTILIZAR HERRAMIENTAS MECÁNICAS O CINCELADOS QUE PUDIERAN DAÑAR LOS ELEMENTOS ORIGINALES DEL MURO

1 EFECTUAR EL LAVADO DEL MURO CON AGUA A BAJA PRESIÓN. EL FONDO DEBE ESTAR LIMPIO, SER CONSISTENTE, SIN PARTES FRIABLES, POLVO O HONGOS. LOS MUROS HISTÓRICOS DEBEN LIMPIARSE CON ATENCIÓN DE RESIDUOS DE TRABAJOS ANTERIORES O CRISTALIZACIÓN DE SALES SUPERFICIALES Y/O CUALQUIER OTRA SUSTANCIA QUE PUEDA COMPROMETER LA ADHESIÓN DEL GEOMORTERO GEOCALCE® F ANTISISMICO ELEGIDO PARA LA INSTALACIÓN DE LAS BARRAS STEEL HELIBAR® 6. ANTES DE PROCEDER A LA APLICACIÓN DE MORTERO, SE DEBE MOJAR LA SUPERFICIE

2 BARRAS HELICOIDALES STEEL DRYFIX® 10 INSERTADAS EN SECO

3 Las barras están disponibles en las longitudes de 200 - 400 - 600 - 800 mm: será tarea del proyectista dimensionar la profundidad de anclaje, el intereje, tanto horizontal como vertical, entre las barras y el desarrollo en el interior del muro, dependiendo de la naturaleza del soporte y de las necesidades estáticas a obtener. Para conocer las prestaciones de adherencia/extracción de las barras helicoidales STEEL DRYFIX® 10, se recomienda efectuar las pruebas de pull-out en obra mediante el extractor certificado, como se indica en la TABLA 19. Para mayor información sobre las fases operativas de montaje de las STEEL DRYFIX® 10 consultar el APÉNDICE B.

4 INSERCIÓN DE CONECTOR STEEL DRYFIX® 10

5 STEEL HELIBAR® 6 INSTALADA EN LAS LLAGAS CON GEOCALCE® F ANTISISMICO

La excepcional flexibilidad de la STEEL HELIBAR® 6 permite la realización de la técnica del repointing o llagueado armado también en muros que presentan llagas no alineadas.

# 24

## Consolidación de machones mediante inyecciones de mortero hiperfluido a base de cal hidráulica natural

### PRESCRIPCIÓN

- Preparación del soporte e instalación de la herramienta de inyección. Si fuera necesario, eliminar el enfoscado existente y descubrir la superficie del muro del entorno de la zona de intervención. Elegir el posicionamiento de los puntos para las inyecciones en función de la tipología de muro y en base al cuadro de fisuración, con una distancia media de aproximadamente 30 - 50 cm. Predisponer las perforaciones en las llagas del mortero, con una configuración al tresbolillo. Efectuar las perforaciones mediante el uso de una herramienta mecánica sin percusión, realizar los agujeros de un diámetro no inferior a los 20 mm, perpendicularmente a la superficie o ligeramente inclinados con el objetivo de garantizar la caída por gravedad del mortero. La praxis aconseja una profundidad aproximada a 2/3 del espesor de la pared y con una inclinación de 5° - 10° sobre el plano horizontal. Limpiar a fondo los agujeros con aire a presión, a continuación, colocar las cánulas de inyección de plástico flexible Ø 20 mm en correspondencia con los agujeros a inyectar en una profundidad de al menos 10 - 15 cm y sellar las juntas entre los ladrillos, mampuestos, fisuras y las discontinuidades con geomorteros GEOCALCE G ANTISISMICO, GEOCALCE F ANTISISMICO o BIOCALCE PIEDRA, esta operación es necesaria con el fin de no permitir que rebose el mortero inyectado. Como alternativa, se puede optar por los INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL debidamente instalados y sellados en los agujeros. De tal modo se puede utilizar el cómodo tapón de cierre sin tener que preocuparse de eliminar la cánula de plástico. Proceder de esta manera al lavado con la introducción de agua limpia en las perforaciones a modo de eliminar el polvo y saturar el material existente que pueda tender a deshidratar el mortero de inyección. De tal modo es posible verificar la existencia de lesiones y/o fracturas escondidas en el muro en base al rebose del agua. Dicha operación se debe realizar al menos 24 horas antes de efectuar las inyecciones de consolidación.
- Inyección de consolidación del muro. Inyectar el geomortero GEOCALCE FL ANTISISMICO, procediendo de abajo hacia arriba y a baja presión (menor de 1,5 bar) para evitar la formación de presiones al interior del muro. Realizar las inyecciones con el tanque de aire a presión o manualmente por gravedad. Mantener la presión constante hasta que la mezcla no salga por el agujero adyacente y realizar la inyección partiendo de la cánula inyectora con la posición más baja. Tapar los agujeros cuando se encuentren saturados y continuar con la consolidación respetando el plan de trabajo previsto. Después del endurecimiento del geomortero fluido GEOCALCE FL ANTISISMICO, eliminar las cánulas y sellar los agujeros con el geomortero para mampostería GEOCALCE G ANTISISMICO, GEOCALCE F ANTISISMICO o BIOCALCE PIEDRA. En caso de lesiones que atraviesen todo el espesor del muro, en función de su espesor, del desarrollo y de la gravedad de la lesión, en correspondencia con las caras contrapuestas, se seguirán las siguientes indicaciones:
  - En el caso de lesiones pasantes de patrón similar (forma y desarrollo lineal) sobre ambas caras del muro, de gravedad moderada y con espesor del muro ≤ 60 cm: proceder a la inyección del mortero solo en correspondencia de la cara de mayor daño (a igualdad de daño, sobre la cara externa), preparando el soporte también para la cara de menor daño;
  - En el caso de lesiones pasantes en ambas caras del muro, de patrón distinto (forma y desarrollo lineal) sobre ambas caras del muro, y/o de gravedad severa y/o espesor del muro ≥ 60 cm: realizar los trabajos arriba descritos en correspondencia de las dos caras dañadas.

### ADVERTENCIAS

Actuación compatible con los sistemas deshumidificantes de Kerakoll.

### ESPECIFICACIÓN DE PROYECTO

Consolidación de muro mediante inyección de geomortero de altísima higroscopicidad y transpirabilidad, hiperfluido, de elevada retención de agua a base de cal hidráulica natural NHL 3,5 y Geoligante mineral, de intervalo granulométrico 0-100 µm, GreenBuilding Rating 5, provisto de marcado CE - tipo GEOCALCE FL ANTISISMICO de Kerakoll - características técnicas certificadas: alta eficacia en la reducción de los contaminantes en el interior, no permite el desarrollo de bacterias (Clase B+) ni de hongos (Clase F+) medida con método CSTB, certificado con bajísimas emisiones COVs con conformidad EC 1 Plus GEV-Emicode, emisiones CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, contenido de minerales reciclados ≥ 30%. El geomortero natural está provisto de marcado CE, clase del mortero M15 (EN 998/2), reacción al fuego A1 (EN 13501-1), permeabilidad al vapor de agua de 15 a 35 (EN 1745), resistencia a compresión a los 28 días ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo elástico 9,5 GPa (EN 13412), resistencia al arrancamiento de las barras de acero ≥ 3,5 MPa (RILEM-CEB-FIPRC6-78). Las inyecciones se realizarán procediendo de abajo hacia arriba, mediante el uso de un depósito a presión de aire o manualmente hasta que rebose. Se cerrarán, cuando estén saturados, los agujeros y se procederá con la consolidación respetando el plan de trabajo previsto. Se sellarán las aberturas de las cánulas o de los inyectores con el geomortero de altísima higroscopicidad y transpirabilidad a base de cal hidráulica natural NHL 3.5 y Geoligante mineral, áridos de arena silícea y calizas dolomíticas de curva granulométrica 0 - 2,5 mm, o, en alternativa 0 - 1,4 mm, GreenBuilding Rating 5 - tipo GEOCALCE G ANTISISMICO o GEOCALCE F ANTISISMICO de Kerakoll - características técnicas certificadas: alta eficacia en la reducción de los contaminantes de interior, no permite el desarrollo de bacterias (Clase B+) ni de hongos (Clase F+) medida con método CSTB, certificado con bajísimas emisiones COVs con conformidad EC 1 Plus GEV-Emicode, emisiones CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, contenido de minerales reciclados ≥ 30%. El geomortero natural provisto con marcado CE, clase del mortero M15 (EN 998/2), clase de resistencia R1 PCC (EN 1504-3), reacción al fuego A1 (EN 13501-1), permeabilidad al vapor de agua de 15 a 35 (EN 1745), resistencia a compresión a los 28 días ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo elástico 9 GPa (EN 13412), adhesión al soporte a los 28 días > 1,0 N/mm<sup>2</sup> - FB: B (EN 1015-12).

La actuación se desarrollará en las siguientes fases: realización de los agujeros en una profundidad de 2/3 del espesor del muro y fijación y sellado de las cánulas de inyección de diámetro 20 mm; sellado de las lesiones en el muro y de otros posibles puntos de rebose de la mezcla; preinyección de agua en todo el volumen del muro; inyección del geomortero hiperfluido procediendo de bajo hacia arriba, con el uso de un tanque de aire a presión o manualmente por gravedad. Se cerrarán, cuando estén saturados, los agujeros y se continuará con la consolidación según el plan de trabajo previsto; se quitarán las cánulas y se sellarán los agujeros con geomortero.

Está incluida la carga, transporte y descarga del material; la perforación de los muros. Se excluyen: el posible picado de los enfoscados; la eventual limpieza de las zonas degradadas y reparación del soporte; las pruebas de aceptación del material; las investigaciones previas y posteriores a la intervención; todos los medios auxiliares necesarios para la ejecución de los trabajos.

El precio se calcula por metro cuadrado de superficie considerando 4 agujeros por metro cuadrado, espesor del muro de 50 cm, cantidad estimada de producto 40 kg/m<sup>2</sup>.

1

Mojado de los soportes.



2

Llaguear las juntas mediante GEOCALCE G ANTISISMICO, GEOCALCE F ANTISISMICO o BIOCALCE PIEDRA.



3

Perforación de la pared para realizar una distribución con el intereje oportuno entre agujeros de inyección.



4

Colocación de las cánulas idóneas para los agujeros realizados y su posterior sellado.



5

Carga del tanque de presión con GEOCALCE FL ANTISISMICO.

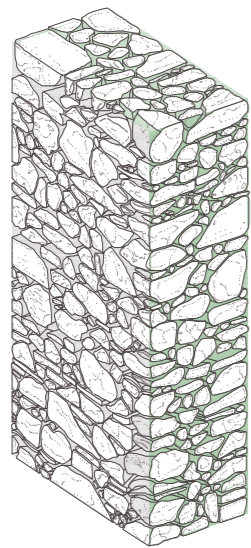


6

Inyección a baja presión de GEOCALCE FL ANTISISMICO, hasta la total saturación de posibles huecos o lesiones internas.



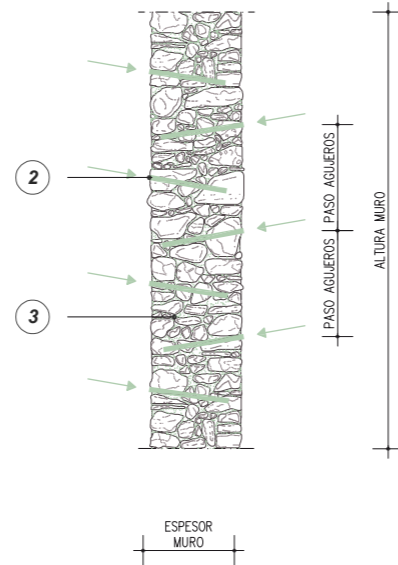
## CONSOLIDACIÓN DE MACHONES MEDIANTE INYECCIONES DE MORTERO HIPERFLUIDO A BASE DE CAL HIDRÁULICA NATURAL



VISTA AXONOMÉTRICA  
INYECCIONES DE GEOCALCE® FL ANTISISMICO

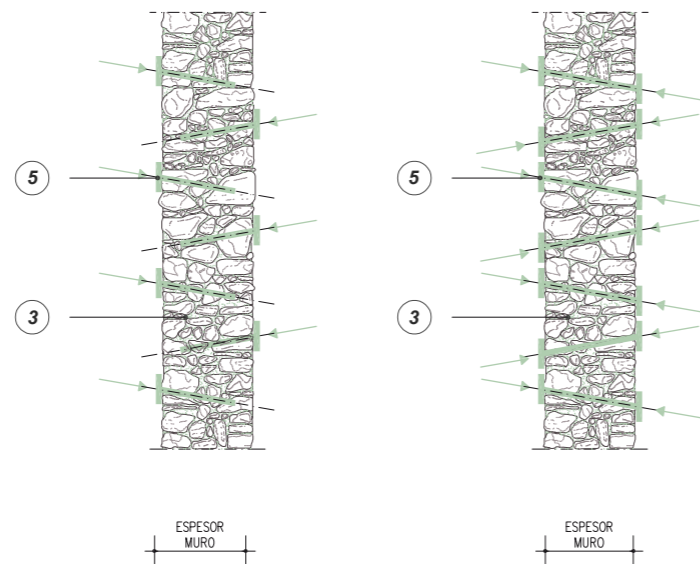
### NOTA

Las inyecciones de mortero en muros de mampostería con huecos permiten recuperar el monolitismo, rellenar los huecos y reparar las lesiones. Este método resulta particularmente eficaz cuando la mampostería presenta huecos en el mortero original, un aparejo del muro incoherente o en presencia de lesiones importantes de tal manera que la reparación mediante el cosido - descosido no aumenta de forma significativa el sistema estructural. Los diseños representan, a modo de ejemplo, un aparejo en piedra, aunque el esquema es idéntico si se encuentra en presencia de muros de ladrillo o toba.



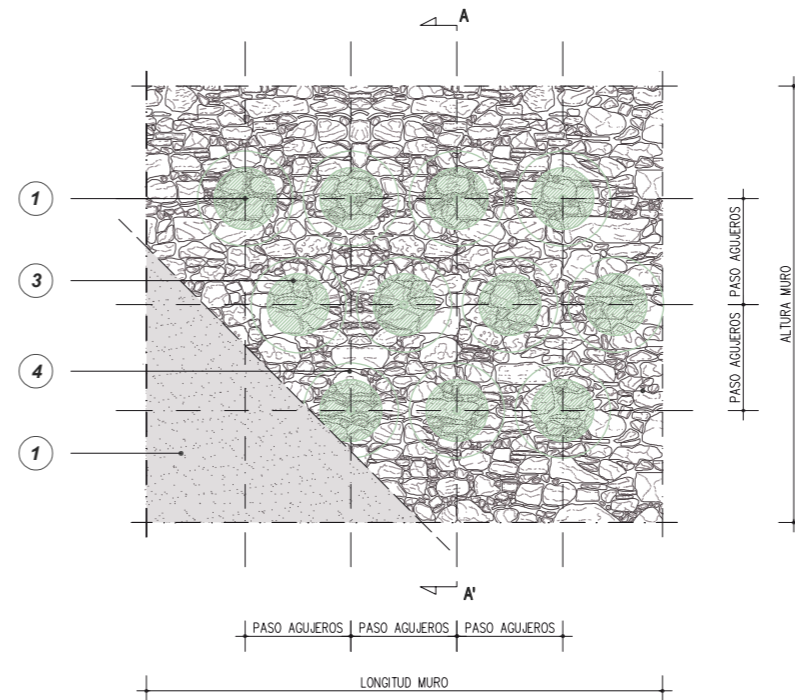
SECCIÓN A-A'  
CONSOLIDACIÓN MEDIANTE INYECCIONES DE  
GEOCALCE® FL ANTISISMICO

0.5m 1m 2m



SECCIÓN A-A'  
UNIONES DE LAS INYECCIONES DE MORTERO CON LA  
INTRODUCCIÓN DIFUSA DE DIÁTONOS ARTIFICIALES A  
CHICOTE DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO  
GEOSTEEL G600/G1200 NO PASANTES O PASANTES

0m 0.5m 1m 2m



DETALLE  
CONSOLIDACIÓN MEDIANTE INYECCIONES DE  
GEOCALCE® FL ANTISISMICO

1 POSIBLE ELIMINACIÓN DEL ENFOSCADO Y RECONSTRUCCIÓN DESPUÉS DE LA ACTUACIÓN DE CONSOLIDACIÓN

2 AGUJEROS PARA INYECTAR LA MEZCLA

Es preferible realizar los agujeros en correspondencia con la llaga. La correcta praxis recomienda una profundidad aproximada de 2/3 del espesor del muro y con una inclinación respecto a la horizontal de 5°-10°. Se deben utilizar para la actuación las cavidades naturales del material, lesiones o huecos existentes. Se recomienda un intereje entre agujeros de aproximadamente 30-50 cm en ambas direcciones, con disposición al trespelillo. Las inyecciones pueden realizarse sobre un lado o sobre ambos lados del muro.

3 MEZCLA INYECTADA: GEOCALCE® FL ANTISISMICO

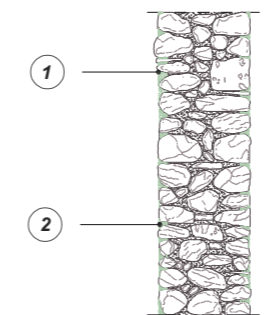
4 REPRESENTACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA MEZCLA INYECTADA

5 INSERCIÓN DE DIÁTONOS A CHICOTE CON GEOSTEEL G600/G1200 INYECTADOS CON MORTERO FLUIDO GEOCALCE® FL ANTISISMICO

Para un ensamblaje idóneo del aparejo del muro, se recomienda disponer conectores mecánicos a chicote en fibra de acero galvanizado GEOSTEEL G600/G1200. En este caso, en lugar de utilizar tubos de plástico, se pueden usar los INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL correctamente instalados en el agujero. De este modo, se puede utilizar el tapón de cierre, sin la preocupación de quitar los tubos de plástico. Consultar el APÉNDICE B para mayor información acerca de la forma de montaje de los diátomos.

### FASES DE EJECUCIÓN DE LAS INYECCIONES DE GEOCALCE® FL ANTISISMICO

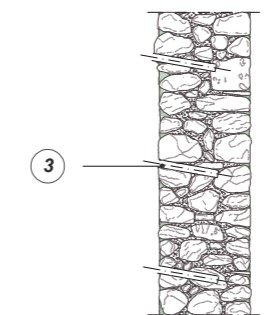
FASE I:  
PREPARACIÓN DEL SOPORTE



1 POSIBLE ELIMINACIÓN DEL ENFOSCADO EN SITUACIÓN DE DESPEGUE. LIMPIEZA DEL MURO CON AGUA A BAJA PRESIÓN (5-10 atm) PARA ELIMINAR POSIBLES SUSTANCIAS PRESENTES. COMO ALTERNATIVA, LA LIMPIEZA PUEDE REALIZARSE CON CEPILLO, AIRE A PRESIÓN O CHORRO DE ARENA

2 SELLADO PROFUNDO DE LA LLAGA Y DE LAS LESIONES PRESENTES CON GEOCALCE® G ANTISISMICO, GEOCALCE® F ANTISISMICO O BIOCALCE® PIEDRA

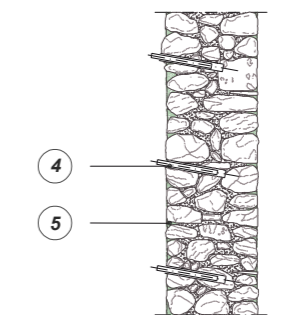
FASE II:  
EJECUCIÓN DE LOS AGUJEROS



3 EJECUCIÓN DE LOS AGUJEROS SOBRE EL MURO CON HERRAMIENTAS DE PERFORACIÓN CONTÍNUA O, PARA PERFORACIONES DE PEQUEÑA ENTIDAD, A ROTOPERCUSIÓN

4 POSICIONAMIENTO DE LAS CÁNULAS, FIJADAS CON MORTERO RÁPIDO, E INYECCIÓN DE AGUA HASTA SATURAR LA MASA DEL MURO. LIMITANDO SU CAPACIDAD DE ABSORCIÓN (24 HORAS ANTES DE LA INYECCIÓN)

FASE III:  
POSICIONAMIENTO DE CÁNULAS



5 SELLADO DE BOQUILLAS, DE LLAGAS ABIERTAS O DE OTRAS POSIBLES VÍAS DE FUGA DE LA MEZCLA MEDIANTE SELLADO CON MORTERO REVERSIBLE

6 INYECCIÓN CONTINUA DE GEOCALCE® FL ANTISISMICO. INYECCIÓN A BAJA PRESIÓN: REALIZADA DESDE LA BASE DEL MURO HACIA ARRIBA Y DESDE EL EXTERIOR HACIA EL INTERIOR

### CUADRO NORMATIVO

#### Incremento de la capacidad de los muros

La actuación de *reparación del llagueado*, si se efectúa sobre ambas caras, puede mejorar las características mecánicas del muro incrementando, de hecho, el área resistente. Se debe tener precaución en la elección del mortero a utilizar en relación al existente. La posible introducción en la llaga "reparada" de pequeñas barras, cables, pletinas metálicas o de otros materiales resistentes a tracción, especialmente si se encuentran anclados al muro mediante conexiones transversales a los paramentos y organizados como sistema continuo en las tres direcciones, puede mejorar adicionalmente la eficacia de la actuación. (Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.7.4 - 4)

#### Consolidación con inyecciones de mezcla ligante

El coeficiente indicado en la tabla, diferenciado según los distintos tipos de muro, puede aplicarse a los valores tanto de los parámetros de resistencia ( $f$ ,  $f_0$  y  $f_{V0}$ ), como de los módulos elásticos (E y G); los beneficios conseguidos dependen sensiblemente de la calidad original del mortero, resultando que a mayor calidad, más pobre es su aumento. Y debe recordarse que los efectos beneficiosos de las inyecciones dependen de la posibilidad real de los morteros inyectados para rellenar los huecos existentes en el muro y de adherir a los materiales existentes en cada caso, se recomiendan la realización de ensayos, preventivos y de verificación, para evaluar los resultados conseguidos. (Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.5.3.1)

# 25A

## Consolidación y refuerzo de machón mediante introducción difusa de diátonos de fibra de acero galvanizado inyectados con geomortero hiperfluido a base de cal hidráulica natural



### PRESCRIPCIÓN

1. Preparación del soporte. Eliminar el enfoscado existente y poner al descubierto la superficie del muro. Si es necesario, en muros caravista se aconseja extraer piezas cerámicas de la última capa del paramento para volver a colocarlos sobre el muro con el fin de esconder el diátono.
2. Realización agujeros. Realizar el agujero de un diámetro y profundidad de anclaje idóneas para acoger el posterior material de refuerzo, en las cercanías de la llaga de mortero, previendo la eliminación del mortero en los alrededores del agujero, con el objetivo de poder esconder la parte desfibrada del conector.
3. Preparación e introducción del diátono. Realizar el diátono con la introducción de una banda de tejido de la gama GEOSTEEL del ancho adecuado, a modo de disponer en el interior del conector el número de cables mínimos necesarios de proyecto para beneficiarse de las resistencias a tracción requeridas; tener la precaución de desfibrar la parte final de la banda de tejido, mediante el corte de malla de soporte, procediendo con el corte en paralelo de los mismos cables en la longitud que se quiera desfibrar sobre el muro, garantizando un radio mínimo de desfibrado de 10 cm. En caso de conectores con desfibrado sobre ambos lados, realizar tal operación en ambos extremos de la banda de fibra, enrollar la banda sobre sí misma, teniendo la precaución de realizar un cilindro del diámetro adecuado con respecto al agujero realizado. Instalar el conector al interior del agujero.
4. Inserción taco. Aplicar, eventualmente, el INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL de polipropileno armado con fibra de vidrio, ideal para la instalación de diátonos de conexión GEOSTEEL G600/G1200 y para la posterior inyección de morteros fluidos de anclado.
5. Anclaje diátono. Para consolidar el muro objeto del refuerzo y garantizar la colaboración con el diátono artificial a chicote, efectuar la inyección a baja presión (menor de 1,5 bar) mediante el uso del geomortero fluido GEOCALCE FL ANTISISMICO, previa humectación de los soportes, utilizando el agujero presente en la cabeza del taco. Al terminar esta fase, tapar el INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL con la tapa suministrada. Realizar la aplicación final de GEOCALCE F ANTISISMICO para embeber el refuerzo y reconstruir las llagas de mortero.

### Advertencias

Los conectores tipo chicote de fibra de acero de altísima resistencia se pueden obtener fácilmente de la gama de tejidos GEOSTEEL G600 o G1200, en función de las necesidades estructurales. En la tabla siguiente se indican las resistencias a tracción de un conector, en función del tipo de tejido GEOSTEEL y de los distintos anchos de banda:

Tejido	Ancho de la banda (cm)	Número de Cables*	Carga de rotura a tracción
GEOSTEEL G600	10	16	> 24 kN
GEOSTEEL G600	15	23	> 35 kN
GEOSTEEL G1200	10	31	> 46 kN
GEOSTEEL G1200	15	47	> 70 kN

\* n° cables por cm = 1,57 GEOSTEEL G600; n° cables por cm = 3,14 GEOSTEEL G1200; carga de rotura a tracción de un cable > 1500 N.

Si es necesario un conector con distinta resistencia, o un número distinto de cables, respecto de los indicados anteriormente, será suficiente con calcular el ancho deseado de banda, dividir la resistencia requerida por la resistencia de un cable y multiplicarlo por el número de cables presentes por unidad de ancho en la tipología de tejido seleccionado.

Actuación compatible con los sistemas deshumidificantes de Kerakoll.



1 Realización de los agujeros en el muro y humectación de los soportes.



2 Llaguear las juntas del muro mediante GEOCALCE G ANTISISMICO, GEOCALCE F ANTISISMICO o BIOCALCE PIEDRA.



3 Desfibrado del tejido GEOSTEEL.



4 Enrollado del tejido para la realización del diátono.



5 Instalación del conector realizado con tejido de fibra de acero GEOSTEEL.



6 Inyección a baja presión de GEOCALCE FL ANTISISMICO, hasta la total saturación de posibles huecos o lesiones internas.



### ESPECIFICACIÓN DE PROYECTO

Refuerzo de machón, mediante la introducción de diátonos artificiales realizados con tejido unidireccional de fibra de acero galvanizado de altísima resistencia, formado por n micro-cables de acero producidos según norma ISO 16120-1/4 2017 fijados sobre micro-malla de fibra de vidrio, con un ancho de n x cm de tejido – tipo GEOSTEEL G600 de Kerakoll - características técnicas certificadas: resistencia a tracción valor característico > 3000 MPa; módulo elástico > 190 GPa; deformación última a rotura > 2%; área efectiva de un cable 3x2 (5 hilos) = 0,538 mm<sup>2</sup>; n° cables por cm = 1,57 con envoltorio de hilos de elevado ángulo de torsión conforme a la norma ISO/DIS 17832; la carga de rotura del conector se obtiene multiplicando el número de cables presentes en el ancho del conector por la carga de rotura característica de un solo cable ≥ 1500 N

La actuación se desarrollará en las siguientes fases: posible tratamiento de reparación de las superficies dañadas; realización del agujero de ingreso, de unas dimensiones (diámetro y profundidad) adecuadas a la naturaleza del posterior conector, y sucesiva eliminación del mortero en la zona adyacente al agujero realizado; confeccionamiento del conector metálico mediante corte, "desfibrado", y enrollado final del tejido de fibra de acero galvanizado, manteniendo la forma mediante brida de plástico; inserción del conector en el interior del agujero (número, profundidad de anclaje, distancia entre ellos bajo decisión del técnico competente); insertar el taco de polipropileno y fibra de vidrio en el diátono de fibra de acero a modo de plegar 90° la parte terminal del chicote; relleno del conector mediante inyección a baja presión de geomortero de altísima higroscopicidad y transpirabilidad, hiperfluido, de elevada retención de agua a base de cal hidráulica natural NHL 3,5 y Geoligante mineral, de intervalo granulométrico 0-100 µm, GreenBuilding Rating 5, provisto de marcado CE – tipo GEOCALCE FL ANTISISMICO de Kerakoll – características técnicas certificadas: alta eficacia en la reducción de los contaminantes en el interior, no permite el desarrollo de bacterias (Clase B+) ni de hongos (Clase F+) medida con método CSTB, certificado con bajísimas emisiones COVs con conformidad EC 1 Plus GEV-Emicode, emisiones CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, contenido de minerales reciclados ≥ 30%. El geomortero natural está provisto con marcado CE, clase del mortero M15 (EN 998/2), reacción al fuego A1 (EN 13501-1), permeabilidad al vapor de agua de 15 a 35 (EN 1745), resistencia a compresión a los 28 días ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo elástico 9,5 GPa (EN 13412), resistencia al arrancamiento de las barras de acero ≥ 3,5 MPa (RILEM-CEB-FIPRC6-78); fijación de los cables "desfibrados", ocultando todo el conector, y perfilado de las llagas mediante geomortero de altísima higroscopicidad y transpirabilidad a base de cal hidráulica natural NHL 3.5 y Geoligante mineral, áridos de arena silíceas y calizas dolomíticas de curva granulométrica 0 – 1,4 mm, GreenBuilding Rating 5 – tipo GEOCALCE F ANTISISMICO de Kerakoll – características técnicas certificadas: alta eficacia en la reducción de los contaminantes de interior, no permite el desarrollo de bacterias (Clase B+) ni de hongos (Clase F+) – medida con método CSTB – certificado con bajísimas emisiones COVs con conformidad EC 1 Plus GEV-Emicode, emisiones CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, contenido de minerales reciclados ≥ 30%. El geomortero natural provisto con marcado CE, clase del mortero M15 (EN 998/2), clase de resistencia R1 PCC (EN 1504-3), reacción al fuego A1 (EN 13501-1), permeabilidad al vapor de agua de 15 a 35 (EN 1745), resistencia a compresión a los 28 días ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo elástico 9 GPa (EN 13412), adhesión al soporte a los 28 días > 1,0 N/mm<sup>2</sup> – FB: B (EN 1015-12).

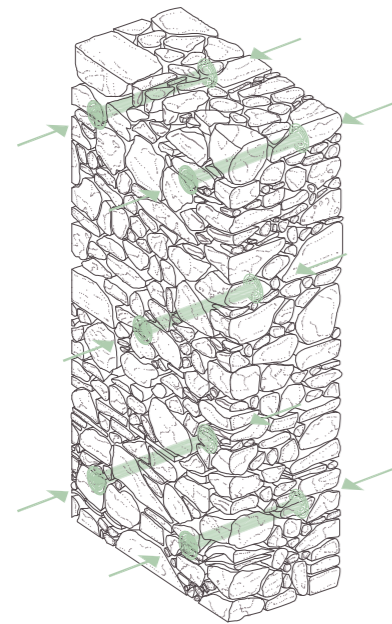
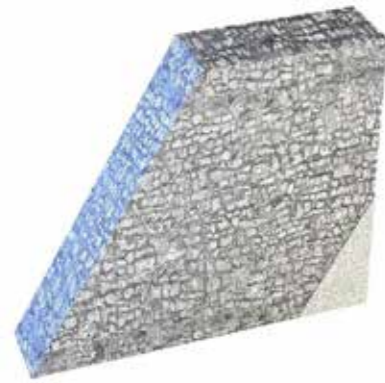
Está incluida la entrega y la colocación en obra de todos los materiales arriba descritos. Como los diátonos pueden ser pasantes/no pasantes\*, para cada conector se contabilizan 1/2\* tacos. La incidencia del mortero a inyectar se calcula únicamente para el relleno del agujero del diátono. No se incluyen: la posible limpieza de las zonas degradadas y la reparación del soporte; las pruebas de aceptación del material; las verificaciones pre- y post- intervención; todos los medios auxiliares necesarios para la ejecución de los trabajos.

El precio es por metro cuadrado de muro reforzado.

\*según el tipo de actuación

# 25A

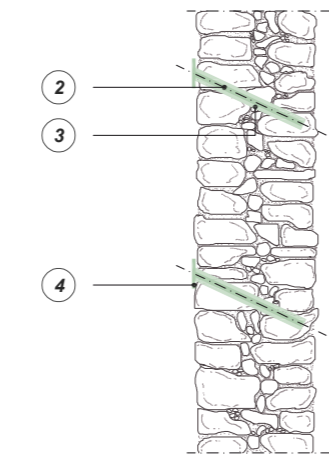
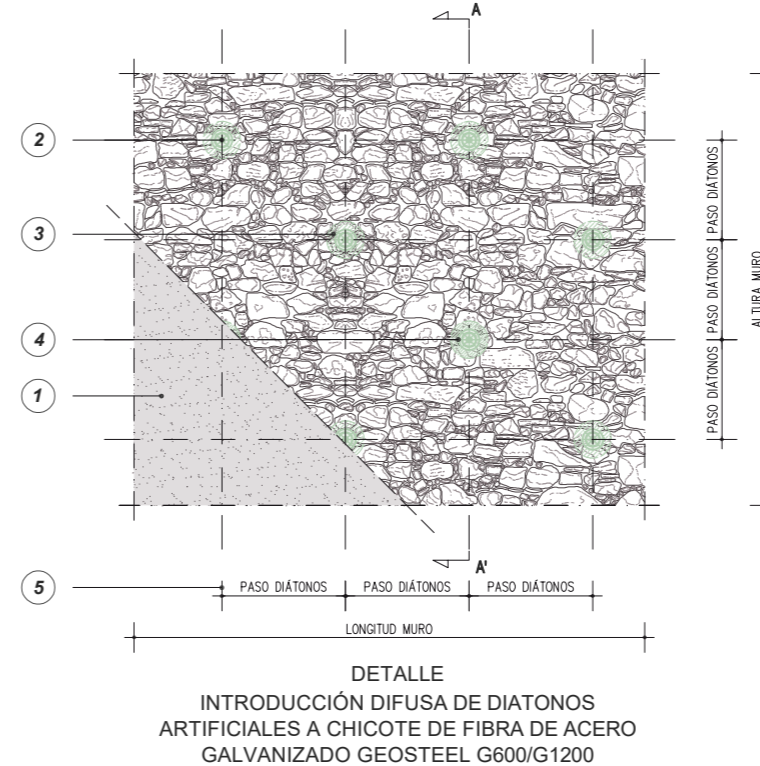
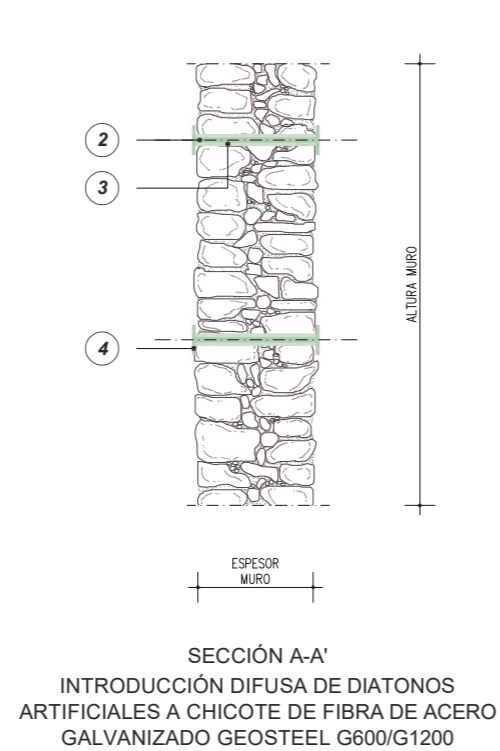
CONSOLIDACIÓN Y REFUERZO DE MACHÓN MEDIANTE INTRODUCCIÓN DIFUSA DE DIÁTONOS DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO INYECTADOS CON GEOMORTERO HIPERFLUIDO A BASE DE CAL HIDRÁULICA NATURAL



VISTA AXONOMÉTRICA  
DIÁTONOS ARTIFICIALES A CHICOTE GEOSTEEL G600/G1200

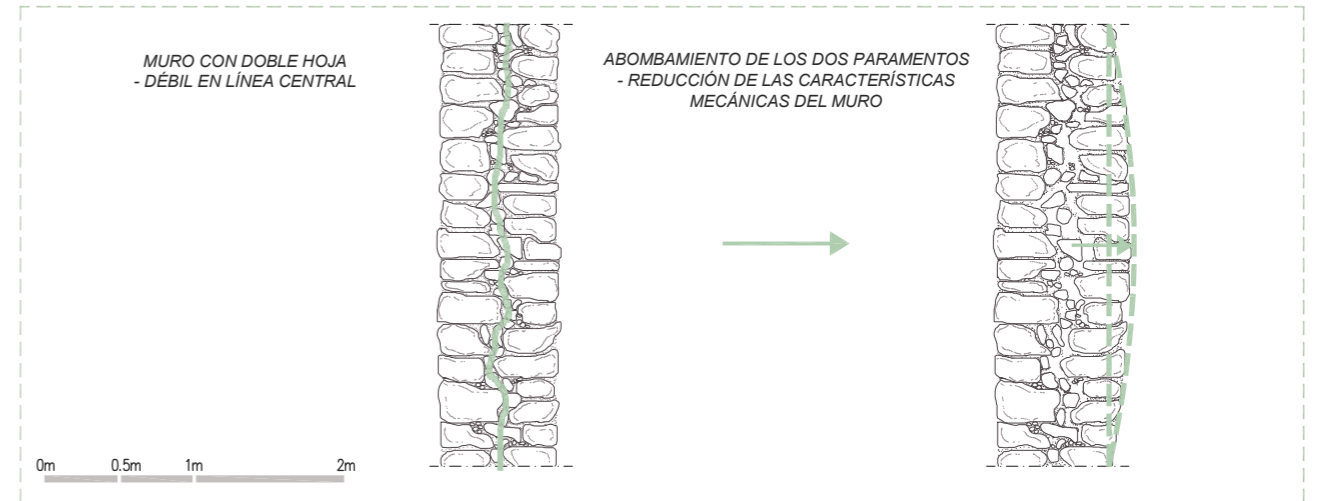
**NOTA**

Los diseños representan, a modo de ejemplo, un aparejo en piedra, aunque el esquema es idéntico si se encuentra en presencia de muros de ladrillo o toba. En presencia de mampostería caótica es siempre recomendable efectuar una actuación combinada con inyecciones de mortero (TABLA 24).



Cuando no sea posible realizar los agujeros pasantes se recomienda inclinar el diátomo artificial a chicote de fibra de acero galvanizado **GEOSTEEL G600/G1200** y realizar el mismo proceso de aplicación que en los diátomos colocados en horizontal.

**MECANISMO DE COLAPSO**



**CUADRO NORMATIVO**

**Detalles Constructivos**

El uso de conectores puede resultar útil o incluso indispensable. En este sentido, se proporcionan las siguientes reglas detalladas:

- Si el sistema de refuerzo FRCC se aplica sobre una sola cara del muro es obligatorio adoptar conectores de longitud tal que penetre el interior de la capa más externa del paramento no reforzado.
- En el caso de refuerzo sobre las dos caras del muro o con paramentos desconectados es obligatorio que los conectores sean pasantes.
- En el caso de refuerzo de muros de espesor  $t \leq 400$  mm con FRCC y con el uso de conectores se sugiere un intereje entre estos últimos  $\geq 3t$  y no superior a 1600 mm; en correspondencia de esquinas y nudos en martillo se sugiere una longitud de los conectores  $l=3t$ .
- En el caso de refuerzo de muros de espesor  $t > 400$  mm se sugiere un intereje  $\geq 2t$  y no superior a 2000 mm; en correspondencia de esquinas y nudos en martillo se sugiere una longitud de los conectores  $l=3t$  dispuestos al trespelillo. (CNR - DT 215/2018 §6)

**Conexiones en el espesor del muro en presencia de paramentos múltiples**

Cuando la conexión entre el paramento externo e interno es insuficiente, como frecuentemente sucede en la mampostería de piedra, es imprescindible verificar que, por efecto de las acciones sísmicas, no se genera un mecanismo de flexión fuera del plano en la porción de paramento comprendida entre dos rótulas dotadas de anclaje externo. Se puede, si fuera necesario, recurrir a diátomos de contención integrada, dispuestos en el muro a una adecuada distancia entre ellos (no necesariamente demasiado distanciados). La introducción de **diátomos artificiales**, realizados en hormigón armado, con perfiles metálicos o en otros materiales resistentes a tracción, incluyendo el uso de nudos metálicos, con función de **tirantes antiexpulsión** o de nudos con materiales compuestos, puede realizar una conexión eficaz entre los paramentos, evitando la desconexión o la generación de fenómenos de inestabilidad por compresión de los paramentos externos. La eficacia de tales intervenciones está ligada a la posibilidad efectiva de solidarizar dichos elementos con el muro circundante que, por tanto, debe presentar buena consistencia. (Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.7.4 - 3)

**Consolidación con diátomos artificiales o tirantes antiexpulsión**

En el caso de la introducción de diátomos artificiales dotados de una rigidez significativa a cortante y suficientemente difusos, se puede aplicar a todos los parámetros de resistencia el coeficiente indicado para el muro originariamente dotado de una buena conexión transversal; los elementos de conexión a tracción (tirantes) tienen un efecto significativo solo por la resistencia a compresión (f). (Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.5.3.1)

**1** POSIBLE ELIMINACIÓN Y RECONSTRUCCIÓN DEL ENFOSCADO DESPUÉS DE LA ACTUACIÓN DE REFUERZO

En muros sin enfoscar, con el aparejo visto, se recomienda abrir el tejido desfibrado del conector y ocultarlo en las llagas de la mampostería.

**2** INTRODUCCIÓN DE DIÁTONOS ARTIFICIALES A CHICOTE GEOSTEEL G600/G1200

La introducción de diátomos artificiales permite reforzar la estructura de mampostería sin modificar el funcionamiento estático original e incrementando la resistencia a cortante. La actuación se indica también para acciones sísmicas, restituyendo su monolitismo inicial y aumentándolo aún más en su dirección transversal, volviéndolo menos vulnerable a mecanismos de vuelco. Consultar el APÉNDICE B para las fases de montaje de diátomo artificial a chicote de Geosteel G600/G1200.

**3** INYECCIONES DE GEOCALCE® FL ANTISISMICO PARA INSTALAR LOS DIÁTONOS

En el caso de que no sea necesaria una consolidación mediante inyecciones (ver TABLA 24), para garantizar una cantidad menor de mezcla inyectada, se sugiere mezclar el producto con una menor cantidad de agua para volverlo menos fluido.

**4** INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL, TACO PARA EL MONTAJE DE LOS CONECTORES (CONSULTAR LAS FASES DE MONTAJE)

**5** PASO DE LOS DIÁTONOS

Se recomienda realizar agujeros al trespelillo con un paso que varía entre 80 y 150 cm. Es preferible realizar el agujero sobre los elementos de la mampostería de mayor tamaño, para evitar la expulsión de aquellos menores y, por tanto, más débiles.

# 25B

## Consolidación y refuerzo de machón mediante retícula difusa de diátonos de fibra de acero galvanizado inyectados con geomortero hiperfluido a base de cal hidráulica natural



### PRESCRIPCIÓN

- Preparación del soporte. Eliminar el enfoscado existente y poner al descubierto la superficie del muro. Si es necesario, en muros caravista se aconseja extraer piezas cerámicas de la última capa del paramento para volver a colocarlos sobre el muro con el fin de esconder el diátono.
- Realización agujeros. Realizar el agujero de un diámetro y profundidad de anclaje idóneas para acoger el posterior material de refuerzo, en las cercanías de la llaga de mortero, previendo la eliminación del mortero en los alrededores del agujero, con el objetivo de poder esconder la parte desfibrada del conector.
- Preparación e introducción del diátono. Realizar el diátono artificial a chicote con la introducción de una banda de tejido de la gama GEOSTEEL del ancho adecuado, a modo de disponer en el interior del conector el número de cables mínimos necesarios de proyecto para beneficiarse de las resistencias a tracción requeridas; tener la precaución de desfibrar la parte final de la banda de tejido, mediante el corte de malla de soporte, procediendo con el corte en paralelo de los mismos cables en la longitud que se quiera desfibrar sobre el muro, garantizando una longitud mínima de los cables de 80 - 100 cm. En caso de conectores con desfibrado en ambos lados, realizar tales operaciones sobre cada uno de los extremos de las bandas de fibra adecuadamente colocadas. Acabado el corte del tejido enrollar la banda sobre sí misma, teniendo la precaución de realizar un cilindro del diámetro adecuado respecto al agujero realizado. Instalar el conector realizado en el interior del agujero. Con el objetivo de obtener una retícula continua, insertar los cables anteriormente desfibrados en las llagas de mortero, considerando un solape entre cables de dos agujeros vecinos de, al menos, 25 - 30 cm. Sellar la llaga con GEOCALCE F ANTISISMICO con el objetivo de embeber el tejido de refuerzo y tapar posibles huecos subyacentes.
- Inserción taco. Aplicar, eventualmente, el INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL de polipropileno armado con fibra de vidrio, ideal para la instalación de diátonos de conexión GEOSTEEL G600/G1200 y para la posterior inyección de morteros fluidos de anclado.
- Anclaje diátono. Para consolidar el muro objeto del refuerzo y garantizar la colaboración con el diátono artificial a chicote, efectuar la inyección a baja presión (menor de 1,5 bar) mediante el uso del geomortero fluido GEOCALCE FL ANTISISMICO, previa humectación de los soportes. Realizar la aplicación final de GEOCALCE F ANTISISMICO para embeber el refuerzo y reconstruir las llagas de mortero.

### ADVERTENCIAS

Los conectores tipo chicote de fibra de acero de altísima resistencia se pueden obtener fácilmente de la gama de tejidos GEOSTEEL G600 o G1200, en función de las necesidades estructurales. En la tabla siguiente se indican las resistencias a tracción de un conector, en función del tipo de tejido GEOSTEEL y de los distintos anchos de banda:

Tejido	Ancho de la banda (cm)	Número de Cables*	Carga de rotura a tracción
GEOSTEEL G600	10	16	> 24 kN
GEOSTEEL G600	15	23	> 35 kN
GEOSTEEL G1200	10	31	> 46 kN
GEOSTEEL G1200	15	47	> 70 kN

\* n° cables por cm = 1,57 GEOSTEEL G600; n° cables por cm = 3,14 GEOSTEEL G1200; carga de rotura a tracción de un cable > 1500 N.

Si es necesario un conector con distinta resistencia, o un número distinto de cables, respecto de los indicados anteriormente, será suficiente con calcular el ancho deseado de banda, dividir la resistencia requerida por la resistencia de un cable y multiplicarlo por el número de cables presentes por unidad de ancho en la tipología de tejido seleccionado.

### ESPECIFICACIÓN DE PROYECTO

Refuerzo de machones, mediante retícula difusa de diátonos artificiales realizados con tejido unidireccional de fibra de acero galvanizado de altísima resistencia, formado por n micro-cables de acero producidos según norma ISO 16120-1/4 2017 fijados sobre micro-malla de fibra de vidrio, con un ancho de n x cm de tejido - tipo GEOSTEEL G600 de Kerakoll - características técnicas certificadas de la banda: resistencia a tracción valor característico > 3000 MPa; módulo elástico > 190 GPa; deformación última a rotura > 1,5%; área efectiva de un cable 3x2 (5 hilos) = 0,538 mm²; n° cables por cm = 1,57 con envoltorio de hilos de elevado ángulo de torsión conforme a la norma ISO/DIS 17832; la carga de rotura del conector se obtiene multiplicando el número de cables presentes en el ancho del conector por la carga de rotura característica de un solo cable ≥ 1500 N

La actuación se desarrollará en las siguientes fases: posible tratamiento de reparación de las superficies dañadas; realización del agujero de ingreso, de unas dimensiones (diámetro y profundidad) adecuadas a la naturaleza del posterior conector, y sucesiva eliminación del mortero de las llagas; confeccionamiento del conector metálico mediante corte, "desfibrado", y enrollado final del tejido de fibra de acero galvanizado, manteniendo la forma mediante brida de plástico; inserción del conector en el interior del agujero (número, profundidad de anclaje, distancia entre ellos bajo decisión del técnico competente) y conexión de diátonos artificiales a chicote adyacentes mediante solape de los cables insertados en la llaga del mortero; posible inserción del taco de polipropileno y fibra de vidrio en el diátono de fibra de acero a modo de plegar 90° la parte terminal del chicote; relleno del conector mediante inyección a baja presión de geomortero de altísima higroscopicidad y transpirabilidad, hiperfluido, de elevada retención de agua a base de cal hidráulica natural NHL 3,5 y Geoligante mineral, de intervalo granulométrico 0-100 µm, GreenBuilding Rating 5, provisto de marcado CE - tipo GEOCALCE FL ANTISISMICO de Kerakoll - características técnicas certificadas: alta eficacia en la reducción de los contaminantes en el interior, no permite el desarrollo de bacterias (Clase B+) ni de hongos (Clase F+) medida con método CSTB, certificado con bajísimas emisiones COVs con conformidad EC 1 Plus GEV-Emicode, emisiones CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, contenido de minerales reciclados ≥ 30%. El geomortero natural está provisto con marcado CE, clase del mortero M15 (EN 998/2), reacción al fuego A1 (EN 13501-1), permeabilidad al vapor de agua de 15 a 35 (EN 1745), resistencia a compresión a los 28 días ≥ 15 N/mm² (EN 1015-11), módulo elástico 9,5 GPa (EN 13412), resistencia al arrancamiento de las barras de acero ≥ 3,5 MPa (RILEM-CEB-FIPRC6-78); fijación de los cables "desfibrados", ocultando todo el conector, y perfilado de las llagas mediante geomortero de altísima higroscopicidad y transpirabilidad a base de cal hidráulica natural NHL 3.5 y Geoligante mineral, áridos de arena silíceas y calizas dolomíticas de curva granulométrica 0 - 1,4 mm, GreenBuilding Rating 5 - tipo GEOCALCE F ANTISISMICO de Kerakoll - características técnicas certificadas: alta eficacia en la reducción de los contaminantes de interior, no permite el desarrollo de bacterias (Clase B+) ni de hongos (Clase F+) - medida con método CSTB - certificado con bajísimas emisiones COVs con conformidad EC 1 Plus GEV-Emicode, emisiones CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, contenido de minerales reciclados ≥ 30%. El geomortero natural provisto con marcado CE, clase del mortero M15 (EN 998/2), clase de resistencia R1 PCC (EN 1504-3), reacción al fuego A1 (EN 13501-1), permeabilidad al vapor de agua de 15 a 35 (EN 1745), resistencia a compresión a los 28 días ≥ 15 N/mm² (EN 1015-11), módulo elástico 9 GPa (EN 13412), adhesión al soporte a los 28 días > 1,0 N/mm² - FB: B (EN 1015-12).

Está incluida la entrega y la colocación en obra de todos los materiales arriba descritos. La incidencia del mortero a inyectar se calcula únicamente para el relleno del agujero del diátono. No se incluyen: la posible limpieza de las zonas degradadas y la reparación del soporte; las pruebas de aceptación del material; las verificaciones pre- y post- intervención; todos los medios auxiliares necesarios para la ejecución de los trabajos.

El precio es por metro cuadrado de muro reforzado.

\*según el tipo de actuación

**1** Realización de los agujeros en el muro y humectación de los soportes.



**2** Instalación del conector realizado con tejido de fibra de acero GEOSTEEL.



**3** Desfibrado del conector GEOSTEEL en el interior de las llagas del muro.



**4** Anclaje del diátono GEOSTEEL mediante inyección a baja presión de GEOCALCE FL ANTISISMICO.



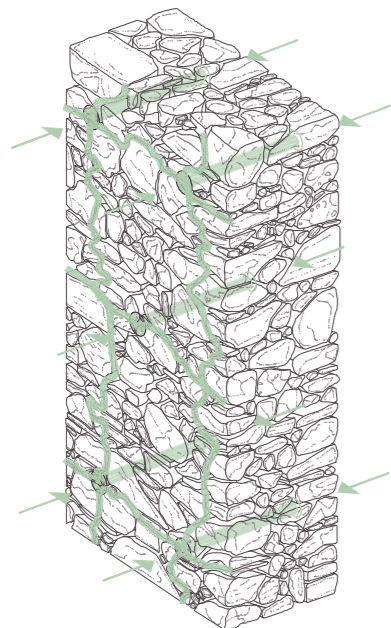
**5** Cobertura completa de las llagas del muro con GEOCALCE F ANTISISMICO.





# 25B

CONSOLIDACIÓN Y REFUERZO DE MACHÓN MEDIANTE RETÍCULA DIFUSA DE DIÁTONOS DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO INYECTADOS CON GEOMORTERO HIPERFLUIDO A BASE DE CAL HIDRÁULICA NATURAL



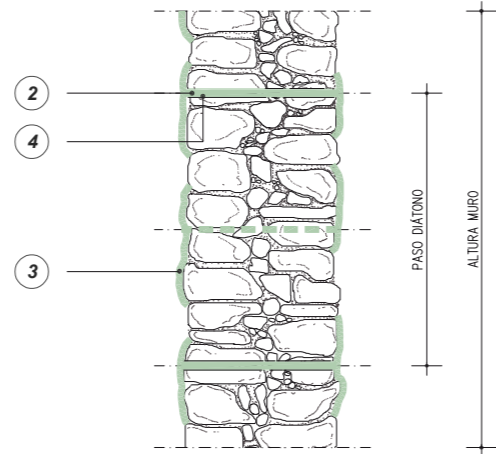
VISTA AXONOMÉTRICA  
DIÁTONOS ARTIFICIALES A CHICOTE GEOSTEEL G600/G1200

**NOTA**

En el caso que exista la necesidad, es posible reconstruir en profundidad la llaga según la modalidad indicada en la TABLA 22.

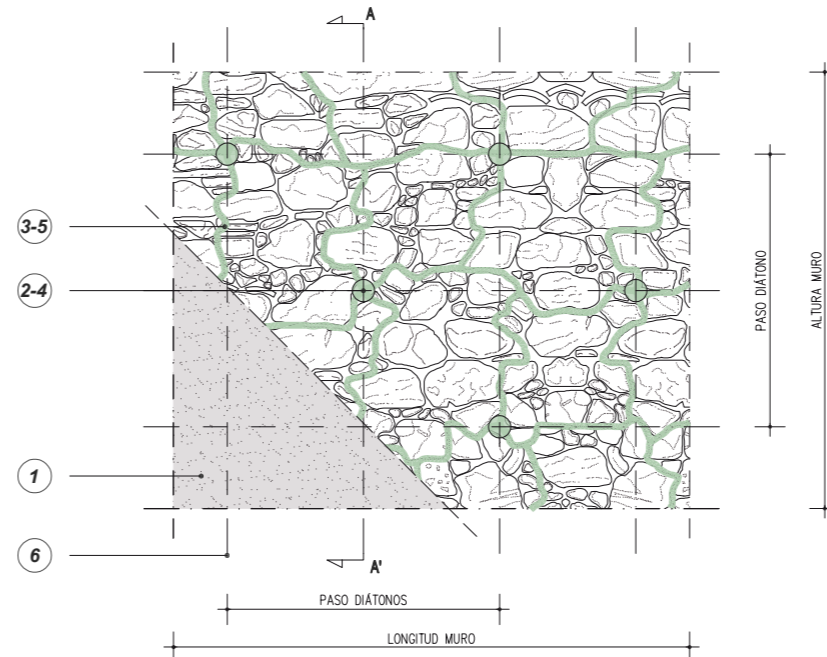
En presencia de mampostería caótica es siempre aconsejable efectuar una actuación combinada mediante inyecciones de mortero (TABLA 24).

POWERED BY **kerakoll** ENGINEERED BY **ASDEA**

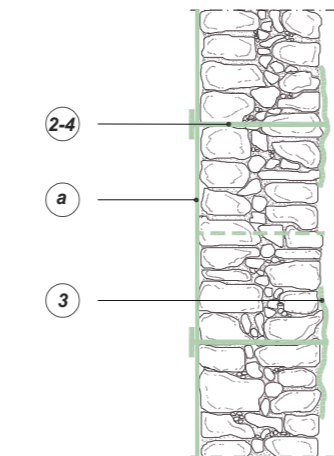


SECCIÓN A-A'  
INTRODUCCIÓN DIFUSA DE DIÁTONOS ARTIFICIALES A CHICOTE DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO GEOSTEEL G600/G1200

0m 0.5m 1m 2m



DETALLE  
INTRODUCCIÓN DIFUSA DE DIÁTONOS ARTIFICIALES A CHICOTE DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO GEOSTEEL G600/G1200



SECCIÓN A-A'  
INTRODUCCIÓN DIFUSA DE DIÁTONOS ARTIFICIALES A CHICOTE DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO GEOSTEEL G600/G1200 Y GEOSTEEL GRID 200/400

0m 0.5m 1m 2m

Cuando sea posible reforzar un lado del paramento con una actuación extendida, se recomienda la aplicación de **GEOSTEEL GRID 200/400 (a)**. Para mayor información consultar la TABLA 27.

POSIBLE ELIMINACIÓN Y RECONSTRUCCIÓN DEL ENFOSCADO DESPUÉS DE LA ACTUACIÓN DE REFUERZO

1 INTRODUCCIÓN DE DIÁTONOS ARTIFICIALES A CHICOTE  
2 **GEOSTEEL G600/G1200** DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO

La introducción de diátonos artificiales permite reforzar la estructura de mampostería sin modificar el funcionamiento estático original e incrementando la resistencia a cortante. La actuación se indica también para acciones sísmicas, restituyendo su monolitismo inicial y aumentándolo aún más en su dirección transversal, volviéndolo menos vulnerable a mecanismos de vuelco. Consultar el APÉNDICE B para las fases de montaje de diátonos artificiales a chicote de Geosteel G600/G1200.

3 DESFIBRADO DEL DIÁTONO ARTIFICIAL **GEOSTEEL G600/G1200** DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO E INTRODUCCIÓN EN EL INTERIOR DE LA LLAGA PARA CREAR LA RETÍCULA DE REFUERZO. SUPERPOSICIÓN DE LA PARTE DESFIBRADA DE LOS DIÁTONOS ARTIFICIALES **GEOSTEEL** ENTRE LOS ADYACENTES

4 INYECCIONES DE **GEOCALCE® FL ANTISISMICO** PARA INYECTAR LOS DIÁTONOS

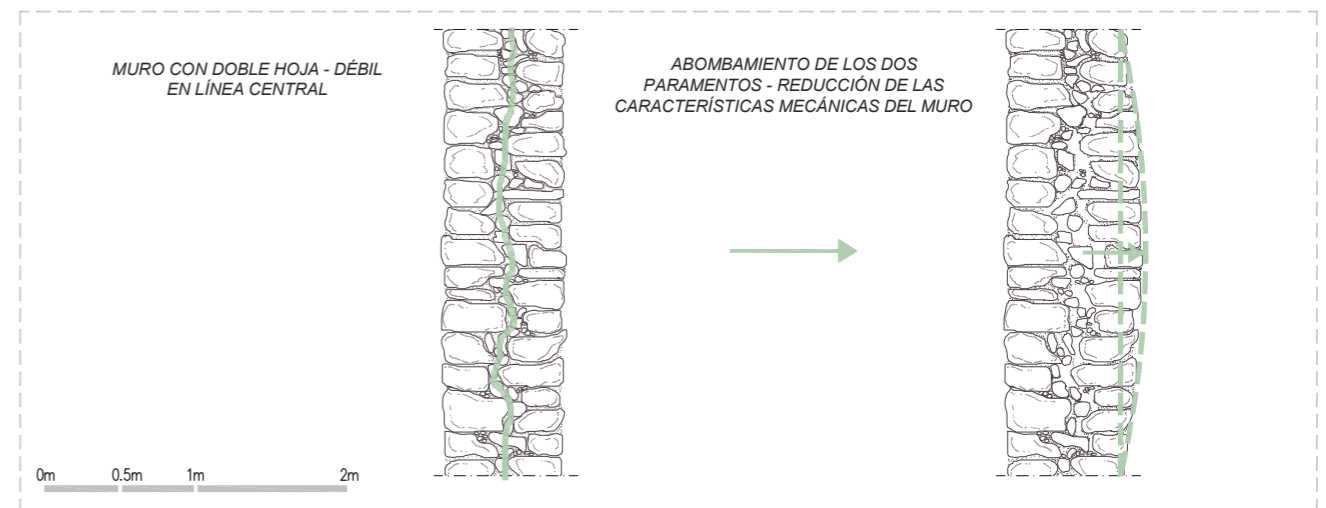
En el caso que no sea necesario una consolidación mediante inyecciones (ver TABLA 24), para garantizar una cantidad menor de mezcla inyectada se sugiere mezclar el producto con una menor cantidad de agua para volverlo menos fluido.

5 APLICACIÓN FINAL DE **GEOCALCE® F ANTISISMICO** PARA ENGLOBALAR EL REFUERZO Y RECONSTRUIR LA LLAGA

6 PASO DE LOS DIÁTONOS

Se recomienda realizar agujeros al tresbolillo con un paso que varía entre 80 y 150 cm. Es preferible realizar el agujero en correspondencia con la llaga y no de los mampuestos.

**MECANISMOS DE COLAPSO**



**CUADRO NORMATIVO**

**Detalles constructivos**

El uso de conectores puede resultar útil o incluso indispensable. En este sentido, se proporcionan las siguientes reglas detalladas:  
 - Si el sistema de refuerzo FRCM se aplica sobre una sola cara del muro es obligatorio adoptar conectores de longitud tal que penetre el interior de la capa más externa del paramento no reforzado.  
 - En el caso de refuerzo sobre las dos caras del muro o con paramentos desconectados es obligatorio que los conectores sean pasantes.  
 - En el caso de refuerzo de muros de espesor  $\leq 400$  mm con FRCM y con el uso de conectores se sugiere un intereje entre estos últimos  $\geq 3t$  y no superior a 1600 mm; en correspondencia de esquinas y nudos en martillo se sugiere una longitud de los conectores  $l=3t$ .  
 - En el caso de refuerzo de muros de espesor  $> 400$  mm se sugiere un intereje  $\geq 2t$  y no superior a 2000 mm; en correspondencia de esquinas y nudos en martillo se sugiere una longitud de los conectores  $l=3t$  dispuestos al tresbolillo. (CNR - DT 215/2018 §6)

**Conexiones en el espesor del muro en presencia de paramentos múltiples**

Cuando la conexión entre el paramento externo e interno es insuficiente, como frecuentemente sucede en la mampostería de piedra, es imprescindible verificar que, por efecto de las acciones sísmicas, no se genera un mecanismo de flexión fuera del plano en la porción de paramento comprendida entre dos rótulas dotadas de anclaje externo. Se puede, si fuera necesario, recurrir a diátonos de contención integrada, dispuestos en el muro a una adecuada distancia entre ellos (no necesariamente demasiado distanciados). La introducción de **diátonos artificiales**, realizados en hormigón armado, con perfiles metálicos o en otros materiales resistentes a tracción, incluyendo el uso de nudos metálicos, con función de **tirantes antiexpulsión** o de nudos con materiales compuestos, puede realizar una conexión eficaz entre los paramentos, evitando la desconexión o la generación de fenómenos de inestabilidad por compresión de los paramentos externos. La eficacia de tales intervenciones está ligada a la posibilidad efectiva de solidarizar dichos elementos con el muro circundante que, por tanto, debe presentar buena consistencia. (Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.7.4 - 3)

**Consolidación con diátonos artificiales o tirantes antiexpulsión**

En el caso de la introducción de diátonos artificiales dotados de una rigidez significativa a cortante y suficientemente difusos, se puede aplicar a todos los parámetros de resistencia el coeficiente indicado para el muro originariamente dotado de una buena conexión transversal; los elementos de conexión a tracción (tirantes) tienen un efecto significativo solo por la resistencia a compresión (f). (Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.5.3.1)

# 250C

## Conexión transversal y vinculación de machones mediante cosido en seco con barras helicoidales de acero inoxidable

### PRESCRIPCIÓN

1. Preparación de los soportes. No están previstos procedimientos particulares de preparación de los soportes, permaneciendo, sin embargo, a la discreción de la dirección facultativa eventuales tratamientos preparatorios de los pilares.
2. Realización del agujero guía. Realizar las conexiones transversales o las vinculaciones sobre fábricas caravista con cosido en seco mediante la realización de un agujero guía de diámetro adecuado en función de la consistencia del soporte y longitud igual a la longitud de la barra helicoidal de cosido a instalar o al espesor del elemento sobre el que se realiza la actuación.
3. Instalación de la barra. Instalar la barra STEEL DRYFIX 10 en el interior del agujero mediante la herramienta específica MANDRINO STEEL DRYFIX 10-12. Montar el mandril en el taladro a percusión con conexión SDS Plus e insertar la barra en el mismo. Proceder con la fijación de la barra usando solamente el modo percusión del taladro y con la presión realizada manualmente. Insertar la barra en el soporte hasta el anclado completo de la misma. El paso horizontal y vertical de las barras debe determinarse por el técnico competente.
4. Sellado del agujero. Al terminar la inserción de la barra, sellar con el mortero adecuado (GEOCALCE G ANTISISMICO, GEOCALCE F ANTISISMICO o BIOCALCE PIEDRA) la parte final del agujero, a modo de garantizar el perfecto sellado de este último y una perfecta adherencia entra la barra y el soporte también en la parte inicial.
5. Control de calidad sobre la capacidad portante de las barras instaladas. Para saber las prestaciones de adherencia/extracción de las barras helicoidales STEEL DRYFIX en diferentes tipos de soportes, se aconseja realizar una prueba pull-out en obra mediante el adecuado extractor certificado de Kerakoll. Realizado dicha evaluación es posible dimensionar de forma más detallada la actuación.

### ADVERTENCIAS

En caso de muros particularmente incoherentes e inconsistentes, es posible asociar el cosido en seco con la inyección de geomortero hiperfluido GEOCALCE FL ANTISISMICO a través de una micro-cánula instalada en la cabeza de la barra.

El proyectista puede elegir, en base a las exigencias de proyecto, de utilizar las barras STEEL DRYFIX 8 o STEEL DRYFIX 12 instaladas usando el mandril adecuado.

### ESPECIFICACIÓN DE PROYECTO

Conexión transversal o vinculación de machones en fábrica caravista, mediante confinamiento puntual y cosido en seco con barras helicoidales certificadas EN 845-1 de acero inoxidable AISI 304 - AISI 316, provistas de marcado CE, instaladas en el adecuado agujero guía en el elemento estructural, suministradas y puestas en obra mediante el correcto mandril de percusión, -tipo STEEL DRYFIX 10 de Kerakoll - características técnicas certificadas: carga de rotura a tracción  $\geq 16,2$  kN; carga de rotura a cortante  $\geq 9,5$  kN; módulo elástico  $\geq 150$  GPa; deformación última a rotura  $\geq 3\%$ ; área nominal  $15,5$  mm<sup>2</sup>.

La actuación se desarrollará en las siguientes fases: posible tratamiento de reparación de las superficies dañadas; realización del agujero guía del diámetro adecuado en función de la longitud de la barra y de la naturaleza del material de soporte; instalación de la barra en el interior del agujero (número, profundidad de anclaje, distancia, a decisión del técnico competente) mediante el mandril específico - tipo MANDRINO STEEL DRYFIX 10-12 de Kerakoll -; posible sellado del agujero con geomortero de altísima higroscopicidad y transpirabilidad, a base de cal hidráulica natural NHL 3.5 y Geoligante mineral, áridos de arena silícea y calizas dolomíticas con curva granulométrica 0 - 1,4 mm, GreenBuilding Rating 5, - tipo GEOCALCE F ANTISISMICO de Kerakoll - características técnicas certificadas: alta eficacia en la reducción de los contaminantes de interior, no permite el desarrollo de bacterias (Clase B+) ni de hongos (Clase F+) medida con método CSTB, certificado con bajísimas emisiones COVs con conformidad EC 1 - R Plus GEV-Emicode, emisiones CO<sub>2</sub>  $\leq 250$  g/kg, contenido de minerales reciclados  $\geq 30\%$ . El geomortero natural provisto con marcado CE, clase del mortero M15 (EN 998/2), clase de resistencia R1 PCC (EN 1504-3), reacción al fuego A1 (EN 13501-1), permeabilidad al vapor de agua de 15 a 35 (EN 1745), resistencia a compresión a los 28 días  $\geq 15$  N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo elástico 9 GPa (EN 13412), adhesión al soporte a los 28 días  $> 1,0$  N/mm<sup>2</sup> - FB: B (EN 1015-12).

El precio es por unidad de barra efectivamente colocada en obra. Están incluidos el suministro y puesta en obra de todos los materiales arriba descritos y todo lo necesario para dar por acabado el trabajo. Se excluyen: la posible limpieza de las zonas degradadas y reparación del soporte; las pruebas de aceptación del material; las investigaciones previas y posteriores a la intervención; todos los medios auxiliares necesarios para la ejecución de los trabajos.

1

Realización del agujero guía.



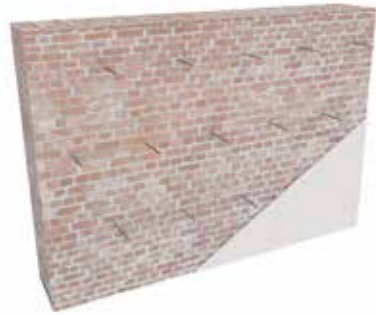
2

Instalar las barras helicoidales STEEL DRYFIX en el interior de los agujeros guía ya realizados, utilizando la herramienta específica MANDRINO STEEL DRYFIX.

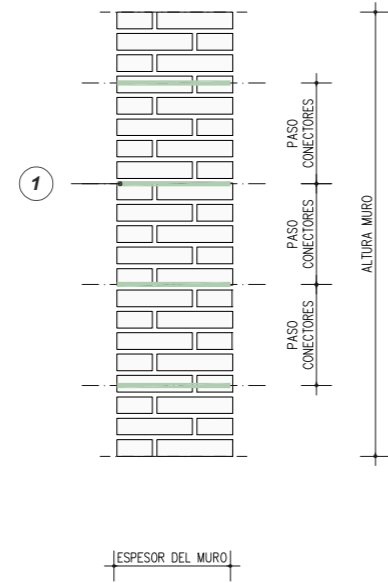


# 25C

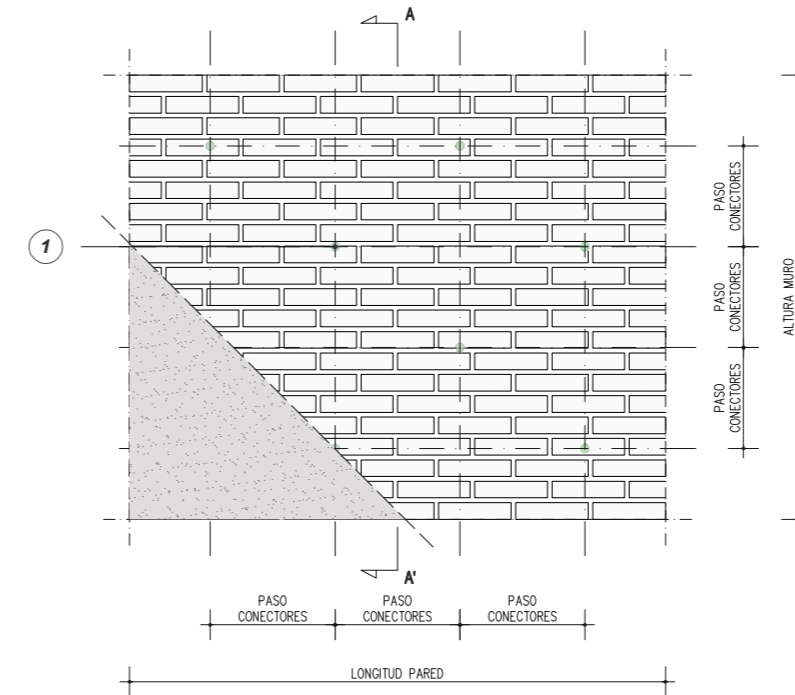
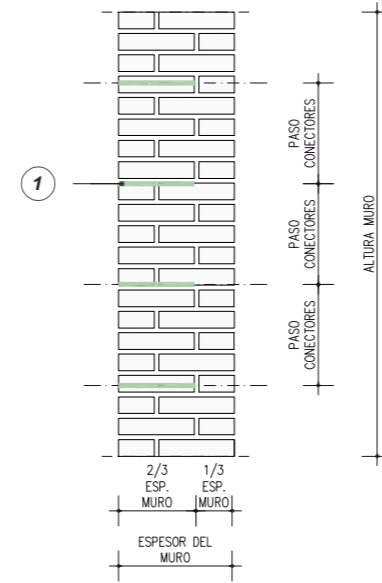
CONEXIÓN TRANSVERSAL Y VINCULACIÓN DE MACHONES MEDIANTE COSIDO EN SECO CON BARRAS HELICOIDALES DE ACERO INOXIDABLE



## SOLUCIÓN CON CONEXIONES TRASVERSALES PASANTES



## SOLUCIÓN CON CONEXIONES TRASVERSALES NO PASANTES



SECCIÓN A-A'  
AMPLIA COLOCACIÓN DE CONEXIONES TRASVERSALES REALIZADAS MEDIANTE BARRAS HELICOIDALES STEEL DRYFIX®

0m 0.5m 1m

DETALLE  
AMPLIA COLOCACIÓN DE CONEXIONES TRASVERSALES REALIZADAS MEDIANTE BARRAS HELICOIDALES STEEL DRYFIX®

### 1 BARRAS HELICOIDALES STEEL DRYFIX® INSTALADAS EN SECO

Las barras están disponibles en diferentes diámetros y longitudes: será trabajo previo del proyectista dimensionar la actuación, la profundidad de anclaje, el intereje, tanto horizontal como vertical entre barras y el desarrollo en el interior de la mampostería a decidir en función de la naturaleza del soporte y de la necesidad estática a obtener.

Para mayor información de las barras helicoidales STEEL DRYFIX® consulte el APÉNDICE B.

### EXTRACTOR CERTIFICADO

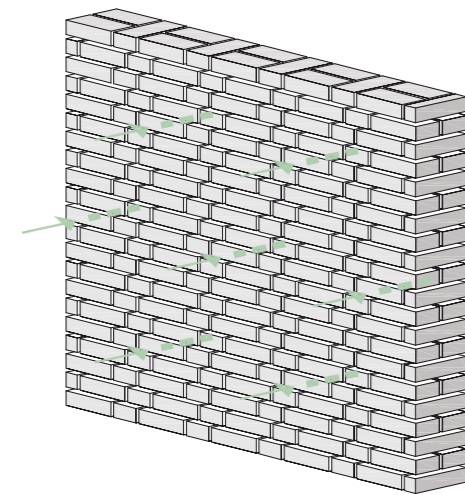


USO DEL EXTRACTOR CERTIFICADO DE KERAKOLL PARA LAS PRUEBAS PULL-OUT EN OBRA PARA VERIFICAR LA TENSIÓN DE LAS BARRAS EXISTENTES

Para la realización de la prueba Pull-Out y verificar la tensión de los conectores, es necesario colocar la conexión perpendicular al muro.



EXTRACTOR CERTIFICADO DE KERAKOLL EN OBRA

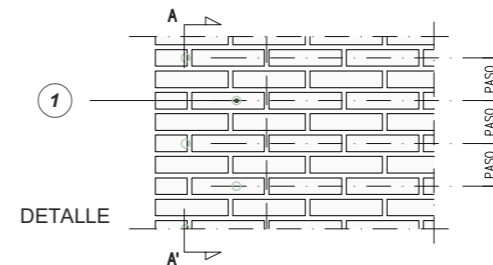


VISTA AXONOMETRICA  
COLOCACIÓN AMPLIA DE CONEXIONES TRASVERSALES REALIZADAS MEDIANTE BARRAS HELICOIDALES STEEL DRYFIX®

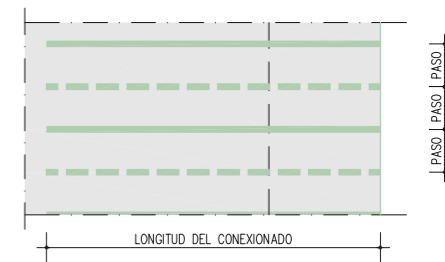
### NOTA

Las barras STEEL DRYFIX® i, a excepción de la posibilidad de verificar su instalación en obra, generalmente no pueden estar diseñadas para actuaciones de cosido de muros en mampostería de elevada consistencia mecánica.

### CONEXIÓN DE ESQUINAS ENTRE MUROS REALIZADO MEDIANTE BARRAS HELICOIDALES STEEL DRYFIX®



SECCIÓN A-A'



En existencia de machones de muro ortogonales con ángulos de 90° o en T, se garantiza un correcto anclaje entre ellas gracias a la colocación de cosidos en seco realizados mediante barras helicoidales Steel Dryfix que se deben ejecutar según los esquemas que se muestran. Se aconseja la instalación de barras helicoidales a trespelillo respecto al alzado y de longitud igual al menos 3 veces el espesor del muro. El proyectista podrá elegir, en base a sus exigencias de proyecto, la instalación de las barras helicoidales perpendiculares respecto a la superficie. La sujeción correcta entre los machones del muro ayuda al comportamiento de caja del edificio e inhibe la formación de cinemáticas locales. Es posible combinar la intervención mediante un rejuntado armado. Ver "Detalle" TABLA 23B.

0m 0.5m 1m

### CUADRO NORMATIVO

#### Conexiones en el espesor del muro en presencia de paramentos múltiples

Cuando la conexión entre el paramento externo e interno es insuficiente, como frecuentemente sucede en la mampostería de piedra, es imprescindible verificar que, por efecto de las acciones sísmicas, no se genera un mecanismo de flexión fuera del plano en la porción de paramento comprendida entre dos rótulas dotadas de anclaje externo. Se puede, si fuera necesario, recurrir a diátonos de contención integrada, dispuestos en el muro a una adecuada distancia entre ellos (no necesariamente demasiado distanciados). La introducción de **diátonos artificiales**, realizados en hormigón armado, con perfiles metálicos o en otros materiales resistentes a tracción, incluyendo el uso de nudos metálicos, con función de **tirantes antiexpulsión** o de nudos con materiales compuestos, puede realizar una conexión eficaz entre los paramentos, evitando la desconexión o la generación de fenómenos de inestabilidad por compresión de los paramentos externos. La eficacia de tales intervenciones está ligada a la posibilidad efectiva de solidarizar dichos elementos con el muro circundante que, por tanto, debe presentar buena consistencia. (Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.7.4 - 3)

#### Consolidación con diátonos artificiales o tirantes antiexpulsión

En el caso de la introducción de diátonos artificiales dotados de una rigidez significativa a cortante y suficientemente difusos, se puede aplicar a todos los parámetros de resistencia el coeficiente indicado para el muro originariamente dotado de una buena conexión transversal; los elementos de conexión a tracción (tirantes) tienen un efecto significativo solo por la resistencia a compresión (f). (Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.5.3.1)

# 26

## Refuerzo para acciones en el plano y fuera del plano de machones mediante encamisado con bandas de fibra de acero galvanizado y geomortero a base de cal hidráulica natural



### PRESCRIPCIÓN

- Preparación del soporte. Limpiar la superficie hasta dejar vistos los elementos estructurales y realizar el sellado y reparación de las posibles lesiones presentes con el uso de material idóneo y uso del geomortero GEOCALCE F ANTISISMICO compatible con el mortero existente, a modo de reparar la continuidad estructural y estética. Realizar posible aplicación de consolidante fijador cortical tipo BIOCALCE SILICATO CONSOLIDANTE o RASOBUILD ECO CONSOLIDANTE, en el caso de soportes de yeso aislar preventivamente con RASOBUILD ECO CONSOLIDANTE. Realizar un soplado final del muro mediante aire a presión y sucesiva aspiración de los residuos.
- Aplicación del sistema de refuerzo. Extender una primera capa de espesor medio de 3 - 5 mm de geomortero GEOCALCE F ANTISISMICO. Posteriormente, con el mortero aún fresco, proceder a la colocación del tejido GEOSTEEL G600 de fibra de acero galvanizado ejerciendo una presión enérgica con la llana, teniendo la precaución de garantizar una completa impregnación del tejido y evitar la formación de posibles huecos o burbujas de aire que puedan comprometer la adhesión del tejido a la matriz, la longitud de anclaje y la longitud de solape debe ser adecuadamente calculada por el proyectista. Las bandas dispuestas verticalmente absorben solicitaciones a flexión, mientras que las bandas horizontales absorben las solicitaciones de cortante. Concluir la aplicación con el alisado final protector (espesor medio de 2 - 5 mm) siempre realizado con GEOCALCE F ANTISISMICO, con el objetivo de embeber totalmente el refuerzo y tapar posibles huecos subyacentes. En caso de capas sucesivas a la primera, proceder con la colocación de la segunda capa del tejido sobre la capa de matriz todavía fresca. Para garantizar una mayor eficacia del sistema de refuerzo, realizar los sistemas de conexión usando tejido GEOSTEEL G600/G1200, precortado con el objetivo de obtener una longitud de anclaje igual a la prevista y verificada por el proyectista. Es responsabilidad del proyectista dimensionar las eventuales distancias entre un conector y el inmediatamente adyacente.
- ENFOSCADO. Realizar el posible enfoscado mediante GEOCALCE TENACE: enfoscado técnico compuesto clase M5, de matriz mineral constituido por cal hidráulica natural NHL y Geoligante, con textura de tecnología TPI 3D, transpirable, sin riesgo de fisuración, aplicable también en alto espesor hasta los 30 mm en una sola mano.

### ADVERTENCIAS

Consultar el APÉNDICE B para conocer la modalidad de instalación y las prestaciones mecánicas de sistema de conexión a chicote, realizado con la gama de tejidos GEOSTEEL en combinación con el taco de polipropileno armado con fibra de vidrio INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL.

Cuando por exigencias técnicas el tejido GEOSTEEL G600 no resultara suficientemente satisfactorio a las comprobaciones, es posible sustituirlo con GEOSTEEL G1200.

Actuación compatible con los sistemas deshumidificantes de Kerakoll.

### ESPECIFICACIÓN DE PROYECTO

Refuerzo a flexocompresión y cortante de machón con encamisado a bandas, mediante el uso del sistema compuesto con matriz inorgánica, SRG (Steel Reinforced Grout), provisto de Marcado CE a través de Evaluación Técnica Europea (ETA) según el art. 26 del Reglamento UE n. 305/2011 o de certificación internacional de validez comprobada, realizado con tejido unidireccional de fibra de acero galvanizado de altísima resistencia (preformado en función de la geometría del elemento estructural mediante el uso de plegadora adecuada certificada), formado por micro-cordones de acero producidos según norma ISO 16120-1/4 2017 fijados sobre una micro-malla de fibra de vidrio, de peso neto de fibra de aproximadamente 670 g/m<sup>2</sup> - tipo GEOSTEEL G600 de Kerakoll - características técnicas certificadas: resistencia a tracción valor característico > 3000 MPa; módulo elástico > 190 GPa; deformación última a rotura > 2%; área efectiva de un cable 3x2 (5 hilos) = 0,538 mm<sup>2</sup>; n° cables por cm = 1,57 con envoltorio de hilos de elevado ángulo de torsión conforme a la norma ISO/DIS 17832; espesor equivalente de la banda = 0,084 mm, impregnado con geomortero de altísima higroscopicidad y transpirabilidad a base cal hidráulica natural NHL 3.5 y Geoligante mineral, áridos de arena silíceo y calizas dolomíticas de curva granulométrica 0 - 1,4 mm, GreenBuilding Rating 5 -tipo GEOCALCE F ANTISISMICO de Kerakoll - alta eficacia en la reducción de los contaminantes en el interior, no permite el desarrollo de bacterias (Clase B+) ni de hongos (Clase F+) medida con método CSTB, certificado con bajísimas emisiones COVs con conformidad EC 1 Plus GEV-Emicode, emisiones CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, contenido de minerales reciclados ≥ 30%. El geomortero natural provisto con marcado CE, clase del mortero M15 (EN 998/2), clase de resistencia R1 PCC (EN 1504-3), reacción al fuego A1 (EN 13501-1), permeabilidad al vapor de agua de 15 a 35 (EN 1745), resistencia a compresión a los 28 días ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo elástico 9 GPa (EN 13412), adhesión al soporte a los 28 días > 1,0 N/mm<sup>2</sup> - FB: B (EN 1015-12).

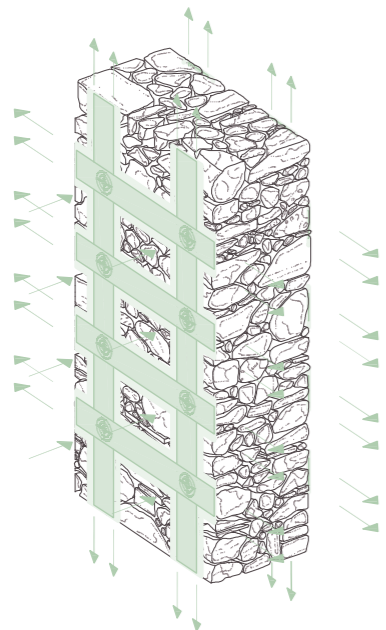
La actuación se desarrollará en las siguientes fases: posible preparación de las superficies a reforzar, mediante eliminación del enfoscado existente, reparación de posibles lesiones mediante cosido y/o consolidación con inyecciones de mortero fluido y eliminación del polvo mediante hidrolavado a baja presión; extensión de una primera mano de geomortero, de espesor aprox. de 3 - 5 mm; con el mortero aún fresco, proceder a la colocación del tejido de fibra de acero galvanizado de altísima resistencia, teniendo la precaución de garantizar una completa impregnación del tejido y evitar la formación de posibles huecos o burbujas de aire que puedan comprometer su adhesión; ejecución de la segunda capa de geomortero, en un espesor aprox. de 2 - 5 mm con el objetivo de embeber totalmente el tejido de refuerzo y tapar todos los huecos subyacentes; posible repetición de las fases de aplicación del tejido y geomortero para todas las capas sucesivas de refuerzo previstas por el proyecto; posible inserción de diátonos realizados con tejido unidireccional de fibra de acero galvanizado de altísima resistencia (a contabilizar aparte), previa: realización del agujero de ingreso, de las dimensiones adecuadas acorde al conector a instalar, confeccionar el conector metálico mediante corte, "desfibrado" y enrollado final del tejido de fibra de acero, manteniendo la forma mediante brida de plástico; inserción del conector preformado en el interior del agujero con inyección a baja presión de geomortero de altísima higroscopicidad y transpirabilidad, hiperfluido, de elevada retención de agua a base de cal hidráulica natural NHL 3,5 y Geoligante mineral, de intervalo granulométrico 0-100 µm, GreenBuilding Rating 5, provisto de marcado CE - tipo GEOCALCE FL ANTISISMICO de Kerakoll - características técnicas certificadas: alta eficacia en la reducción de los contaminantes en el interior, no permite el desarrollo de bacterias (Clase B+) ni de hongos (Clase F+) medida con método CSTB, certificado con bajísimas emisiones COVs con conformidad EC 1 Plus GEV-Emicode, emisiones CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, contenido de minerales reciclados ≥ 30%. El geomortero natural provisto con marcado CE, clase del mortero M15 (EN 998/2), reacción al fuego A1 (EN 13501-1), permeabilidad al vapor de agua de 15 a 35 (EN 1745), resistencia a compresión a los 28 días ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo elástico 9,5 GPa (EN 13412), resistencia al arrancamiento de las barras de acero ≥ 3,5 MPa (RILEM-CEB-FIPRC6-78). Están incluidos el suministro y puesta en obra de todos los materiales arriba descritos y todo lo necesario para dar por acabado el trabajo. Se excluyen: posible eliminación del enfoscado existente y la limpieza de las zonas degradadas y reparadas del soporte; los conectores y la inyección de los mismos y todos los costes necesarios para su realización, las pruebas de aceptación del material; las investigaciones previas y posteriores a la intervención; todos los medios auxiliares necesarios para la ejecución de los trabajos. El precio es por unidad de superficie de refuerzo efectivamente puesto en obra incluidos los solapes.

<p>1</p>  <p>Ejecución de los agujeros, humectación de los soportes y aplicación de la primera mano de GEOCALCE F ANTISISMICO.</p> 	<p>2</p>  <p>Instalación de las bandas de tejido de fibra de acero GEOSTEEL.</p> 	<p>3</p>  <p>Corte del tejido GEOSTEEL en la zona de los agujeros a inyectar.</p> 
---	---	--

<p>4</p>  <p>Instalación del conector realizado con tejido de fibra de acero GEOSTEEL con INIETTORE&amp;CONNETTORE GEOSTEEL.</p> 	<p>5</p>  <p>Aplicación de la segunda mano de GEOCALCE F ANTISISMICO.</p> 	<p>6</p>  <p>Anclaje del diátono con inyección a baja presión de GEOCALCE FL ANTISISMICO y cerrado del agujero de inyección con la correspondiente tapa suministrada.</p> 
---	--	--

# 26

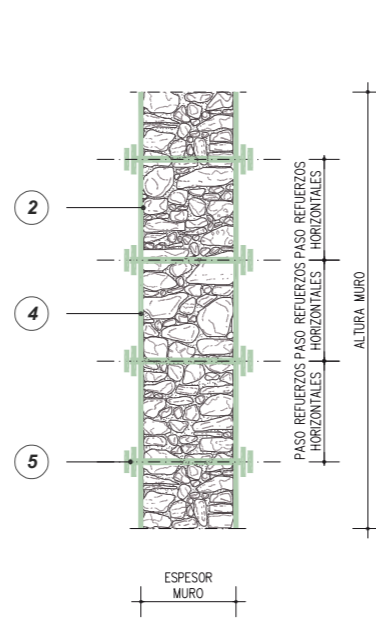
REFUERZO PARA ACCIONES EN EL PLANO Y FUERA DEL PLANO DE MACHONES MEDIANTE ENCAMISADO CON BANDAS DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO Y GEOMORTERO A BASE DE CAL HIDRÁULICA NATURAL



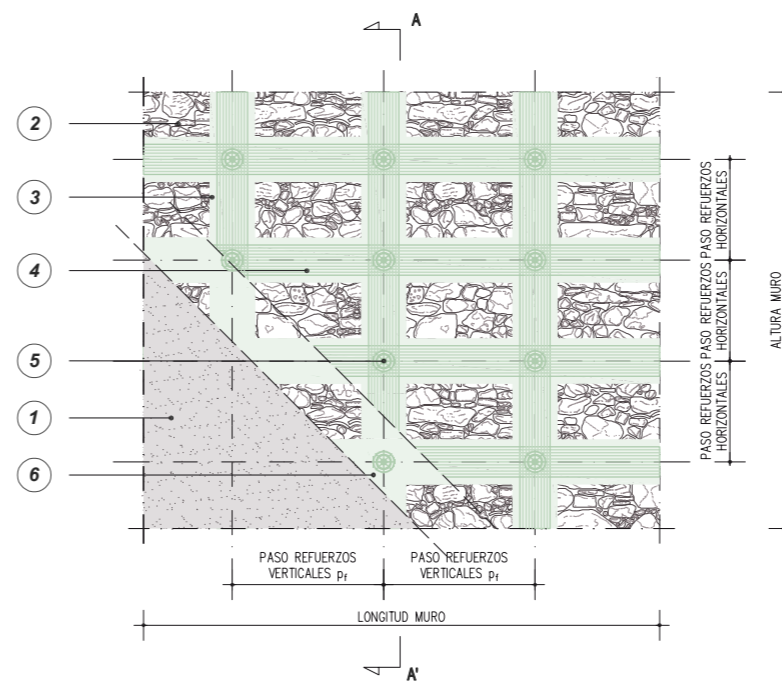
VISTA AXONOMÉTRICA BANDAS DE FIBRA DE ACERO GEOSTEEL G600/G1200

**NOTA**

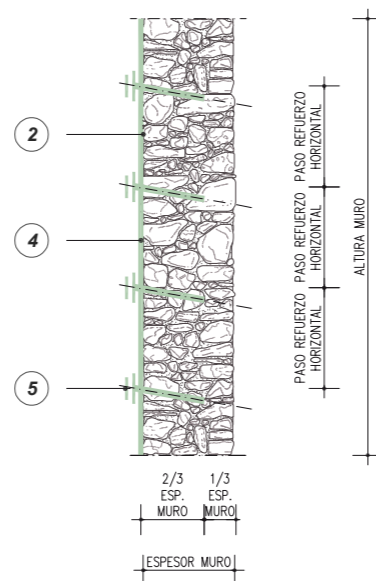
Los diseños representan, a modo de ejemplo, un aparejo en piedra, aunque el esquema es idéntico si se encuentra en presencia de muros de ladrillo o toba. En presencia de mampostería caótica es siempre recomendable efectuar una actuación combinada con inyecciones de mortero (TABLA 24).



SECCIÓN A-A' REFUERZO A FLEXIÓN Y CORTANTE DE MACHÓN CON GEOSTEEL G600/G1200



DETALLE REFUERZO A FLEXIÓN Y CORTANTE DE MACHÓN CON GEOSTEEL G600/G1200



SECCIÓN A-A' REFUERZO A FLEXIÓN Y CORTANTE DE MACHÓN CON GEOSTEEL G600/G1200 DE UN SOLO LADO DEL PARAMENTO



CUADRO NORMATIVO PARA LA INTERVENCIÓN REALIZADA EN UNA SOLA CARA

- Si el sistema de refuerzo FRCM se aplica sobre una sola cara del muro es obligatorio adoptar conectores de longitud tal que penetre el interior de la capa más externa del paramento no reforzado. (CNR - DT 215/2018 §6)

CUADRO NORMATIVO

La capacidad portante a cortante y a flexocompresión de un machón puede incrementarse aplicando sobre las superficies del muro el refuerzo con FRCM, que pueda proveer el tejido, ya sea en continuidad como a bandas. (CNR - DT 215/2018 §2.2.1.1)

**REFUERZO DE MUROS CON SOLICITACIONES EN EL PROPIO PLANO**

Para mejorar la capacidad portante de muros con solicitaciones en el propio plano se pueden utilizar refuerzos FRCM. En los casos de muros con características mecánicas de baja calidad, como por ejemplo las mamposterías en seco, es necesario ayudar a la actuación de refuerzo con el compuesto FRCM con otro tipo de intervenciones con el fin de asegurar el comportamiento interno del muro y permitir la correcta transferencia de los esfuerzos al refuerzo FRCM.

**Capacidad a cortante**

Con el objetivo de incrementar la resistencia a cortante de muros solicitados en el propio plano, se puede prever la aplicación de refuerzos FRCM instalados, a ser posible, simétricamente respecto a los dos ejes, y extendidos solamente en toda su superficie con las fibras preferiblemente dirigidas en las direcciones verticales y horizontales. A los efectos de proyecto, en el refuerzo a cortante se considera al área de las fibras colocadas paralelamente al esfuerzo de cortante; en cada caso, para garantizar la eficacia del refuerzo, incluso después de la fisuración, es recomendable colocar las fibras ortogonalmente.

**Capacidad a flexocompresión**

Con el objetivo de incrementar la resistencia a flexocompresión en el plano del muro se puede prever la aplicación de refuerzos FRCM en las cuales las fibras presentes discurren en la dirección del eje del elemento estructural. Los refuerzos se aplican preferiblemente sobre ambas caras del muro, recubriendo casi la totalidad de la superficie (Figura 4.1).

Refuerzos, dispuestos de esta manera, incrementan el momento resistente de cálculo de una sección del muro solamente si se anclan correctamente. Se entiende como correctamente anclados a los refuerzos prolongados al menos 300 mm a partir de la sección verificada o conectados al muro por medio de los dispositivos adecuados. (CNR - DT 215/2018 §4.1 - §4.1.1 - §4.1.2)

**Incremento de la capacidad de los muros**

La actuación de **reparación del llagueado**, si se efectúa sobre ambas caras, puede mejorar las características mecánicas del muro incrementando, de hecho, el área resistente. Se debe tener precaución en la elección del mortero a utilizar en relación al existente. La posible introducción en la llaga "reparada" de pequeñas barras, cables, pletinas metálicas o de otros materiales resistentes a tracción, especialmente si se encuentran anclados al muro mediante conexiones transversales a los paramentos y organizados como sistema continuo en las tres direcciones, puede mejorar adicionalmente la eficacia de la actuación. (Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.7.4 - 4)

\* Normativa de comprobada validez

1 POSIBLE ELIMINACIÓN Y RECONSTRUCCIÓN DEL ENFOSCADO DESPUÉS DE LA ACTUACIÓN DE REFUERZO

2 PREPARACIÓN DEL SOPORTE: LIMPIEZA DE LA SUPERFICIE DEL MACHÓN, POSIBLE APLICACIÓN DE CONSOLIDANTE CORTICAL TIPO **BIOCALCE® SILICATO CONSOLIDANTE** O **RASOBUILD® ECO CONSOLIDANTE**. POSIBLE RECONSTRUCCIÓN VOLUMÉTRICA GENERANDO UNA CONTINUIDAD EN LOS MATERIALES Y EVENTUAL REGULARIZACIÓN DE LA SUPERFICIE CON **GEOCALCE® F ANTISISMICO**

- En todos los casos en los que el sistema de refuerzo FRCM deba aplicarse entorno a esquinas, estas últimas deben estar adecuadamente redondeadas, y el radio de redondeo debe ser de al menos de 20 mm. Este redondeo puede no ser necesario para tejidos de acero, en relación con lo declarado por el Fabricante, siempre que se encuentre respaldado por la pruebas de laboratorio específicas. (CNR - DT 215/2018 §6)

3 EXTENDER SOBRE EL SOPORTE UN ESPESOR MEDIO DE 3-5 mm DE **GEOCALCE® F ANTISISMICO** PARA INSTALAR EL TEJIDO DE REFUERZO

4 INSTALACIÓN DE TEJIDO **GEOSTEEL G600/G1200** COLOCADO EN BANDAS VERTICALES PARA ABSORBER LAS SOLICITACIONES A FLEXIÓN Y HORIZONTALES PARA ABSORBER LAS DE CORTANTE

- En presencia de más capas de refuerzo, las articulaciones deben estar adecuadamente escalonadas. Se recomienda escalonados inferiores a la mitad del espesor del elemento reforzado, con un mínimo de 300 mm.[...]  
- Debe asegurarse una adecuada longitud de anclaje, más allá de la sección extrema en la que el refuerzo FRCM es necesario. Ante la falta de datos más precisos, esta debe ser de al menos 300 mm.  
- Debe asegurarse una adecuada superposición de los tejidos de refuerzo, siguiendo las instrucciones incluidas en el manual de instalación. (CNR - DT 215/2018 §6)

Se recomienda una disposición simétrica de las bandas de tejido de acero, adecuadamente ancladas, sobre ambos lados del paramento. En los puntos de unión, se superponen las dos capas de tejido al menos 30 cm. Para más información sobre la superposición de las capas de tejido, consultar el APÉNDICE A.

5 DIÁTONOS A CHICOTE **GEOSTEEL G600/G1200** INYECTADOS CON MORTERO FLUIDO **GEOCALCE® FL ANTISISMICO**

- En el caso de refuerzo sobre las dos caras del muro o con paramentos desconectados es obligatorio que los conectores sean pasantes.  
- En el caso de refuerzo de muros de espesor  $\leq 400$  mm con FRCM y con el uso de conectores se sugiere un intereje entre estos últimos  $\geq 3t$  y no superior a 1600 mm; en correspondencia de esquinas y nudos en martillo se sugiere una longitud de los conectores  $l=3t$ .  
- En el caso de refuerzo de muros de espesor  $> 400$  mm se sugiere un intereje  $\geq 2t$  y no superior a 2000 mm; en correspondencia de esquinas y nudos en martillo se sugiere una longitud de los conectores  $l=3t$  dispuestos al trespelillo. (CNR - DT 215/2018 §6)

Se recomienda colocar 4 conexiones por metro cuadrado, realizadas mediante diátomos mecánicos a chicote de fibra de acero de altísima resistencia **GEOSTEEL G600/G1200**. Consultar el APÉNDICE B para mayor información acerca de la forma de montaje de los diátomos.

En presencia de soportes idoneos, el proyectista puede evaluar la colocación de barras helicoidales **STEEL DRYFIX** en función de conectores trasversales en sustitución de diátomos **GEOSTEEL**. Consultar el APÉNDICE B para mayor detalle sobre barras helicoidales.

6 ACABADO FINAL PROTECTOR CON **GEOCALCE® F ANTISISMICO** (ESPESOR 2-5 mm), PARA EMBEBER EL REFUERZO Y CERRAR LOS POSIBLES HUECOS. ES NECESARIO GARANTIZAR TANTO LA MADURACIÓN DE LA CAPA INICIAL, COMO DE LA FINAL, LA CUAL SE APLICA CUANDO LA ANTERIOR SE ENCUENTRA AÚN FRESCA

# 27A

## Refuerzo para acciones en el plano y fuera del plano de machones de mampostería mediante encamisado extendido con tejido de fibra natural de basalto y acero inoxidable y geomortero a base de cal hidráulica natural



### PRESCRIPCIÓN

1. Preparación del soporte. Limpiar la superficie hasta dejar vistos los elementos estructurales y realizar el sellado y reparación de las posibles lesiones presentes con el uso de material idóneo y uso del geomortero GEOCALCE F ANTISISMICO compatible con el mortero existente, a modo de reparar la continuidad estructural y estética. Realizar posible aplicación de consolidante fijador cortical tipo BIOCALCE SILICATO CONSOLIDANTE o RASOBUILD ECO CONSOLIDANTE, en el caso de soportes de yeso aislar preventivamente con RASOBUILD ECO CONSOLIDANTE. Realizar un soplado final del muro mediante aire a presión y sucesiva aspiración de los residuos.
2. Aplicación del sistema de refuerzo. Extender una primera capa de espesor medio de 3 - 5 mm de geomortero GEOCALCE F ANTISISMICO. Posteriormente, con el mortero aún fresco, proceder a la colocación del tejido biaxial en fibra de basalto y acero inoxidable AISI 304, con tratamiento especial protector alcalino resistente con resina al agua exenta de disolventes, GEOSTEEL GRID 200, ejerciendo una presión energética con la llana, teniendo la precaución de garantizar una completa impregnación del tejido y evitar la formación de posibles huecos o burbujas de aire que puedan comprometer la adhesión del tejido a la matriz, la longitud de anclaje y la longitud de solape debe ser adecuadamente calculada por el proyectista. Para garantizar una mayor eficacia del sistema de refuerzo, realizar los sistemas de conexión usando tejido GEOSTEEL G600/G1200, precortado con el objetivo de obtener una longitud de anclaje igual a la prevista y verificada por el proyectista. Es responsabilidad del proyectista dimensionar las eventuales distancias entre un conector y el inmediatamente adyacente. Concluir la aplicación con el alisado final protector (espesor medio de 2 - 5 mm) siempre realizado con GEOCALCE F ANTISISMICO, con el objetivo de embeber totalmente el refuerzo y tapar posibles huecos subyacentes. En caso de capas posteriores a la primera, proceder a la colocación de las siguientes capas de refuerzo repitiendo las fases del mismo modo que las precedentes. Es preferible que las capas posteriores se realicen fresco sobre fresco.
3. ENFOSCADO. Realizar el posible enfoscado mediante GEOCALCE TENACE: enfoscado técnico compuesto clase M5, de matriz mineral constituido por cal hidráulica natural NHL y Geoligante, con textura de tecnología TPI 3D, transpirable, sin riesgo de fisuración, aplicable también en alto espesor hasta los 30 mm en una sola mano.

### ADVERTENCIAS

El proyectista puede elegir, en base a exigencias de proyecto, como alternativa al tejido biaxial de fibra de basalto y acero inoxidable GEOSTEEL GRID 200, el tejido biaxial de fibra de basalto y acero inoxidable GEOSTEEL GRID 400 o el tejido biaxial de fibra de vidrio alcalino resistente y aramida RINFORZO ARV 100.

Consultar el APÉNDICE B para conocer la modalidad de instalación y las prestaciones mecánicas de sistema de conexión a chicote, realizado con la gama de tejidos GEOSTEEL en combinación con el taco de polipropileno armado con fibra de vidrio INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL.

Actuación compatible con los sistemas deshumidificantes de Kerakoll.

### ESPECIFICACIÓN DE PROYECTO

Refuerzo a flexocompresión y cortante de machón mediante el uso de sistema compuesto con matriz inorgánica, FRCM (Fabric Reinforced Cementitious Matrix), provisto de Marcado CE a través de Evaluación Técnica Europea (ETA) según el art. 26 del Reglamento UE n. 305/2011 o de certificación internacional de validez comprobada, realizado con tejido bidireccional compensado de fibra de basalto y acero inoxidable AISI 304, con tratamiento especial protector alcalino resistente con resina al agua exenta de disolventes - tipo GEOSTEEL GRID 200 de Kerakoll - características técnicas certificadas: acero inoxidable AISI 304, con tratamiento especial protector alcalino resistente con resina al agua exenta de disolventes, resistencia a tracción del hilo > 750 MPa, módulo elástico E > 200 GPa; fibra de basalto: resistencia a tracción  $\geq 3000$  MPa, módulo elástico E  $\geq 87$  GPa; dimensión de la luz 17x17 mm, espesor equivalente  $t_r$  (0°-90°) = 0,032 mm, gramaje incluyendo la termosoldadura y el revestimiento protector  $\approx 200$  g/m<sup>2</sup>, impregnado con geomortero de altísima higroscopicidad y transpirabilidad a base cal hidráulica natural NHL 3.5 y Geoligante mineral, áridos de arena silícea y calizas dolomíticas de curva granulométrica 0 - 1,4 mm, GreenBuilding Rating 5 -tipo GEOCALCE F ANTISISMICO de Kerakoll - alta eficacia en la reducción de los contaminantes en el interior, no permite el desarrollo de bacterias (Clase B+) ni de hongos (Clase F+) medida con método CSTB, certificado con bajísimas emisiones COVs con conformidad EC 1 Plus GEV-Emicode, emisiones CO<sub>2</sub>  $\leq 250$  g/kg, contenido de minerales reciclados  $\geq 30\%$ . El geomortero natural está provisto de marcado CE, clase del mortero M15 (EN 998/2), clase de resistencia R1 PCC (EN 1504-3), reacción al fuego clase A1 (EN 13501 - 1), permeabilidad al vapor de agua de 15 a 35 (EN 1745), resistencia a compresión a los 28 días  $\geq 15$  N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), modulo elástico 9 GPa (EN 13412), adhesión al soporte a los 28 días  $\geq 1,0$  N/mm<sup>2</sup> - FP: B (EN 1015-12). La actuación se desarrollará en las siguientes fases: posible preparación de las superficies a reforzar, eliminación del enfoscado existente, reparación de posibles lesiones mediante cosido y/o consolidación con inyecciones de mortero fluido (a contabilizar aparte) y eliminación del polvo mediante hidrolavado a baja presión; extensión de una primera mano de geomortero, de espesor aprox. de 3 - 5 mm; con el mortero aún fresco, proceder a la colocación del tejido, teniendo la precaución de garantizar una completa impregnación del tejido y evitar la formación de posibles huecos o burbujas de aire que puedan comprometer su adhesión; ejecución de la segunda capa de geomortero, en un espesor aprox. de 2 - 5 mm con el objetivo de embeber totalmente el tejido de refuerzo y tapar todos los huecos subyacentes; posible repetición de las fases de aplicación del tejido y geomortero para todas las capas sucesivas de refuerzo previstas por el proyecto; inserción de diátonos realizados con tejido unidireccional de fibra de acero galvanizado de altísima resistencia, previa: realización del agujero de ingreso, de las dimensiones adecuadas acorde al conector a instalar, confeccionar el conector metálico mediante corte, "desfibrado" y enrollado final del tejido de fibra de acero, manteniendo la forma mediante brida de plástico; inserción del conector preformado en el interior del agujero con inyección a baja presión de geomortero de altísima higroscopicidad y transpirabilidad, hiperfluido, de elevada retención de agua a base de cal hidráulica natural NHL 3,5 y Geoligante mineral, de intervalo granulométrico 0-100  $\mu$ m, GreenBuilding Rating 5, provisto de marcado CE - tipo GEOCALCE FL ANTISISMICO de Kerakoll - características técnicas certificadas: alta eficacia en la reducción de los contaminantes en el interior, no permite el desarrollo de bacterias (Clase B+) ni de hongos (Clase F+) medida con método CSTB, certificado con bajísimas emisiones COVs con conformidad EC 1 Plus GEV-Emicode, emisiones CO<sub>2</sub>  $\leq 250$  g/kg, contenido de minerales reciclados  $\geq 30\%$ . El geomortero natural está provisto de marcado CE, clase del mortero M15 (EN 998/2), reacción al fuego A1 (EN 13501-1), permeabilidad al vapor de agua de 15 a 35 (EN 1745), resistencia a compresión a los 28 días  $\geq 15$  N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo elástico 9,5 GPa (EN 13412), resistencia al arrancamiento de las barras de acero  $\geq 3,5$  MPa (RILEM-CEB-FIPRC6-78). Están incluidos el suministro y puesta en obra de todos los materiales arriba descritos y todo lo necesario para dar por acabado el trabajo. La incidencia del mortero a inyectar se calcula únicamente para el relleno del agujero del diátono. Se excluyen: posible eliminación del enfoscado existente y la limpieza de las zonas degradadas y reparadas del soporte; la capa de acabado, las pruebas de aceptación del material; las investigaciones previas y posteriores a la intervención; todos los medios auxiliares necesarios para la ejecución de los trabajos. El precio es por unidad de superficie de refuerzo efectivamente puesto en obra incluidos los solapes.

1

Ejecución de los agujeros, humectación de los soportes y aplicación de la primera mano de GEOCALCE F ANTISISMICO.



2

Instalación del tejido biaxial de fibra de basalto GEOSTEEL GRID.



3

Corte del tejido GEOSTEEL GRID en la zona de los agujeros a inyectar.



4

Instalación del conector realizado con tejido de fibra de acero GEOSTEEL con INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL.



5

Aplicación de la segunda mano de GEOCALCE F ANTISISMICO.



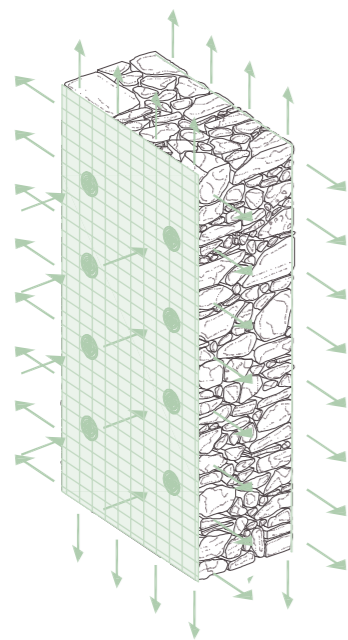
6

Anclaje del diátono con inyección a baja presión de GEOCALCE FL ANTISISMICO y cerrado del agujero de inyección con la correspondiente tapa suministrada.



# 27A

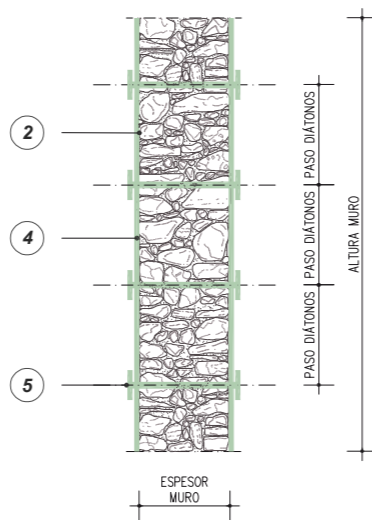
REFUERZO PARA ACCIONES EN EL PLANO Y FUERA DEL PLANO DE MACHONES DE MAMPOSTERÍA MEDIANTE ENCAMISADO EXTENDIDO CON TEJIDO DE FIBRA NATURAL DE BASALTO Y ACERO INOXIDABLE Y GEOMORTERO A BASE DE CAL HIDRÁULICA NATURAL



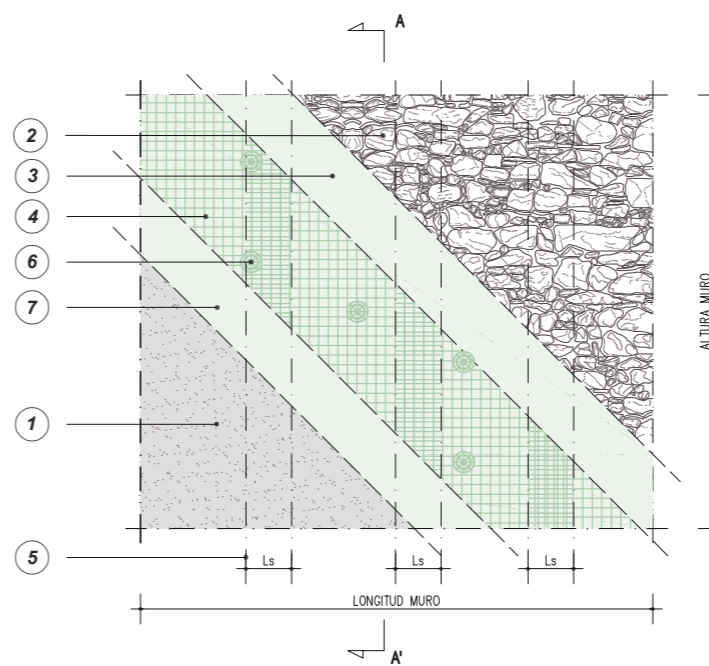
VISTA AXONOMÉTRICA  
TEJIDO GEOSTEEL GRID 200/400 O RINFORZO ARV 100

**NOTA**

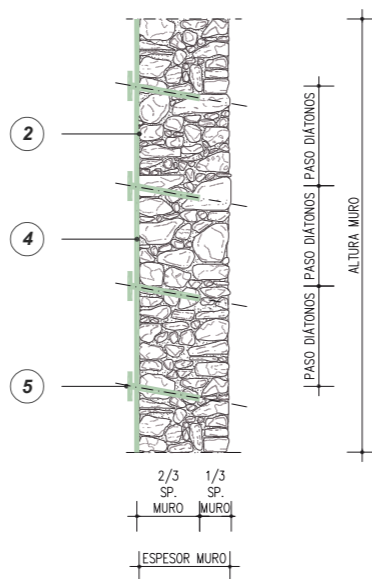
Los diseños representan, a modo de ejemplo, un aparejo en piedra, aunque el esquema es idéntico si se encuentra en presencia de muros de ladrillo o toba. En presencia de mampostería caótica es siempre recomendable efectuar una actuación combinada con inyecciones de mortero (TABLA 24).



SECCIÓN A-A'  
REFUERZO A FLEXIÓN Y CORTANTE DEL MACHÓN  
CON GEOSTEEL GRID 200/400 O RINFORZO ARV100



DETALLE  
REFUERZO A FLEXIÓN Y CORTANTE DEL MACHÓN CON  
GEOSTEEL GRID 200/400 O RINFORZO ARV100



SECCIÓN A-A'  
REFUERZO A FLEXIÓN Y CORTANTE DEL MACHÓN  
CON GEOSTEEL GRID 200/400 O RINFORZO ARV100  
SOBRE UN SOLO LADO DEL PARAMENTO



CUADRO NORMATIVO PARA LA INTERVENCIÓN EN UNA SOLA CARA

- Si el sistema de refuerzo FRCM se aplica sobre una sola cara del muro es obligatorio adoptar conectores de longitud tal que penetre el interior de la capa más externa del paramento no reforzado.  
(CNR - DT 215/2018 §6)

CUADRO NORMATIVO

La capacidad portante a cortante y a flexocompresión de un machón puede incrementarse aplicando sobre las superficies del muro el refuerzo con FRCM, que pueda proveer el tejido, ya sea en continuidad como a bandas.  
(CNR - DT 215/2018 §2.2.1.1)

**REFUERZO DE MUROS CON SOLICITACIONES EN EL PROPIO PLANO**  
Para mejorar la capacidad portante de muros con solicitaciones en el propio plano se pueden utilizar refuerzos FRCM. En los casos de muros con características mecánicas de baja calidad, como por ejemplo las mamposterías en seco, es necesario ayudar a la actuación de refuerzo con el compuesto FRCM con otro tipo de intervenciones con el fin de asegurar el comportamiento interno del muro y permitir la correcta transferencia de los esfuerzos al refuerzo FRCM.

**Capacidad a cortante**  
Con el objetivo de incrementar la resistencia a cortante de muros solicitados en el propio plano, se puede prever la aplicación de refuerzos FRCM instalados, a ser posible, simétricamente respecto a los dos ejes, y extendidos solamente en toda su superficie con las fibras preferiblemente dirigidas en las direcciones verticales y horizontales. A los efectos de proyecto, en el refuerzo a cortante se considera al área de las fibras colocadas paralelamente al esfuerzo de cortante; en cada caso, para garantizar la eficacia del refuerzo, incluso después de la fisuración, es recomendable colocar las fibras ortogonalmente.

**Capacidad a flexocompresión**  
Con el objetivo de incrementar la resistencia a flexocompresión en el plano del muro se puede prever la aplicación de refuerzos FRCM en las cuales las fibras presentes discurren en la dirección del eje del elemento estructural. Los refuerzos se aplican preferiblemente sobre ambas caras del muro, recubriendo casi la totalidad de la superficie (Figura 4.1). Refuerzos, dispuestos de esta manera, incrementan el momento resistente de cálculo de una sección del muro solamente si se anclan correctamente. Se entiende como correctamente anclados a los refuerzos prolongados al menos 300 mm a partir de la sección verificada o conectados al muro por medio de los dispositivos adecuados.  
(CNR - DT 215/2018 §4.1 - §4.1.1 - §4.1.2)

**Incremento de la capacidad de los muros**  
La actuación de **reparación del llaguedo**, si se efectúa sobre ambas caras, puede mejorar las características mecánicas del muro incrementando, de hecho, el área resistente. Se debe tener precaución en la elección del mortero a utilizar en relación al existente. La posible introducción en la llaga "reparada" de pequeñas barras, cables, pletinas metálicas o de otros materiales resistentes a tracción, especialmente si se encuentran anclados al muro mediante conexiones transversales a los paramentos y organizados como sistema continuo en las tres direcciones, puede mejorar adicionalmente la eficacia de la actuación.  
(Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.7.4 - 4)

\* Normativa de validez comprobada

1 POSIBLE ELIMINACIÓN Y RECONSTRUCCIÓN DEL ENFOSCADO DESPUÉS DE LA ACTUACIÓN DE REFUERZO  
PREPARACIÓN DEL SOPORTE: LIMPIEZA DE LA SUPERFICIE DEL MACHÓN, POSIBLE APLICACIÓN DE CONSOLIDANTE CORTICAL TIPO **BIOCALCE® SILICÓN CONSOLIDANTE** O **RASOBUILD® ECO CONSOLIDANTE**. POSIBLE RECONSTRUCCIÓN VOLUMÉTRICA GENERANDO UNA CONTINUIDAD EN LOS MATERIALES Y EVENTUAL REGULARIZACIÓN DE LA SUPERFICIE CON **GEOCALCE® F ANTISISMICO**

2 -En todos los casos en los que el sistema de refuerzo FRCM deba aplicarse entorno a esquinas, estas últimas deben estar adecuadamente redondeadas, y el radio de redondeo debe ser de al menos de 20 mm. Este redondeo puede no ser necesario para tejidos de acero, en relación con lo declarado por el Fabricante, siempre que se encuentre respaldado por la pruebas de laboratorio específicas.  
(CNR - DT 215/2018 §6)

3 EXTENDER SOBRE EL SOPORTE UN ESPESOR MEDIO DE 3-5 mm DE **GEOCALCE® F ANTISISMICO** EN EL QUE EMBEBER EL TEJIDO DE REFUERZO

4 INSTALACIÓN DEL TEJIDO **GEOSTEEL GRID 200/400** O RED **ARV 100**

5 APLICACIÓN DEL TEJIDO CON UNA LONGITUD DE SOLAPE  $L_s$  PARA PODER GARANTIZAR EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DEL REFUERZO.

-En presencia de más capas de refuerzo, las articulaciones deben estar adecuadamente escalonadas. Se recomienda escalonados inferiores a la mitad del espesor del elemento reforzado, con un mínimo de 300 mm.[...]  
-Debe asegurarse una adecuada longitud de anclaje, más allá de la sección extrema en la que el refuerzo FRCM es necesario. Ante la falta de datos más precisos, esta debe ser de al menos 300 mm.  
-Debe asegurarse una adecuada superposición de los tejidos de refuerzo, siguiendo las instrucciones incluidas en el manual de instalación.  
(CNR - DT 215/2018 §6)

El tejido de fibra natural de basalto y acero inoxidable **GEOSTEEL GRID 200/400** y fibra de vidrio y aramida **ARV 100** está disponible en anchos de 1 m. Para la correcta colocación se recomienda una longitud de superposición de al menos 30 cm

6 DIÁTONOS A CHICOTE **GEOSTEEL G600/G1200** INYECTADOS CON MORTERO FLUIDO **GEOCALCE® FL ANTISISMICO**

- En el caso de refuerzo sobre las dos caras del muro o con paramentos desconectados es obligatorio que los conectores sean pasantes.  
- En el caso de refuerzo de muros de espesor  $t \leq 400$  mm con FRCM y con el uso de conectores se sugiere un intereje entre estos últimos  $\geq 3t$  y no superior a 1600 mm; en correspondencia de esquinas y nudos en martillo se sugiere una longitud de los conectores  $l=3t$ .  
- En el caso de refuerzo de muros de espesor  $t > 400$  mm se sugiere un intereje  $\geq 2t$  y no superior a 2000 mm; en correspondencia de esquinas y nudos en martillo se sugiere una longitud de los conectores  $l=3t$  dispuestos al tresbolillo.  
(CNR - DT 215/2018 §6)

Se recomienda colocar 4 conexiones por metro cuadrado, realizadas mediante diátonos mecánicos a chicote de fibra de acero de altísima resistencia **GEOSTEEL G600/G1200**. Consultar el apéndice B para mayor información acerca de la forma de montaje de los diátonos.

7 ACABADO FINAL PROTECTOR CON **GEOCALCE® F ANTISISMICO** (ESPESOR 2-5 mm), PARA ENGLOBAL EL REFUERZO Y CERRAR LOS POSIBLES HUECOS. ES NECESARIO GARANTIZAR TANTO LA MADURACIÓN DE LA CAPA INICIAL, COMO DE LA FINAL, LA CUAL SE APLICA CUANDO LA ANTERIOR SE ENCUENTRA AÚN FRESCA

# 27B

Refuerzo para acciones en el plano y fuera del plano de machones de fábrica mediante encamisado extendido con tejido de fibra natural de basalto y acero inoxidable y geomortero a base de cal hidráulica natural



## PRESCRIPCIÓN

- Preparación del soporte. Limpiar la superficie hasta dejar vistos los elementos estructurales y realizar el sellado y reparación de las posibles lesiones presentes con el uso de material idóneo y uso del geomortero GEOCALCE F ANTISISMICO compatible con el mortero existente, a modo de reparar la continuidad estructural y estética. Realizar posible aplicación de consolidante fijador cortical tipo BIOCALCE SILICATO CONSOLIDANTE o RASOBUILD ECO CONSOLIDANTE, en el caso de soportes de yeso aislar preventivamente con RASOBUILD ECO CONSOLIDANTE. Realizar un soplado final del muro mediante aire a presión y sucesiva aspiración de los residuos.
- Aplicación del sistema de refuerzo. Realizar los agujeros guía para la instalación de las barras de conexión STEEL DRYFIX 10 con el diámetro adecuado en función de la consistencia del soporte; si se ha previsto la posterior inserción del TASELLO STEEL DRYFIX 10 Preverla ampliación del diámetro a 14 mm en los primeros 30 mm de profundidad del agujero. Instalar las barras helicoidales STEEL DRYFIX 10 en el interior de los agujeros guía ya realizados, utilizando la herramienta específica MANDRINO STEEL DRYFIX 10-12. Es responsabilidad del proyectista dimensionar las eventuales distancias entre un conector y el inmediatamente adyacente. Extender una primera capa de espesor medio de 3 - 5 mm de geomortero GEOCALCE F ANTISISMICO. Posteriormente, con el mortero aún fresco, proceder a la colocación del tejido biaxial en fibra de basalto y acero inoxidable AISI 304, con tratamiento especial protector alcalino resistente con resina al agua exenta de disolventes, GEOSTEEL GRID 200, ejerciendo una presión enérgica con la llana, teniendo la precaución de garantizar una completa impregnación del tejido y evitar la formación de posibles huecos o burbujas de aire que puedan comprometer la adhesión del tejido a la matriz, la longitud de anclaje y la longitud de solape debe ser adecuadamente calculada por el proyectista. Antes de realizar la segunda mano de GEOCALCE F ANTISISMICO realizar el doblado de las barras o, como alternativa, el enroscado sobre la cabeza de la barra del accesorio TASELLO STEEL DRYFIX 10. Concluir la aplicación con el alisado final protector (espesor medio de 2 - 5 mm) siempre realizado con GEOCALCE F ANTISISMICO, con el objetivo de embeber totalmente el refuerzo y tapar posibles huecos subyacentes. En caso de capas posteriores a la primera, proceder a la colocación de las siguientes capas de refuerzo repitiendo las fases del mismo modo que las precedentes. Es preferible que las capas posteriores se realicen fresco sobre fresco.
- ENFOSCADO. Realizar el posible enfoscado mediante GEOCALCE TENACE: enfoscado técnico compuesto clase M5, de matriz mineral constituido por cal hidráulica natural NHL y Geoligante, con textura de tecnología TPI 3D, transpirable, sin riesgo de fisuración, aplicable también en alto espesor hasta los 30 mm en una sola mano.

## ADVERTENCIAS

El proyectista puede elegir, en base a exigencias de proyecto, como alternativa al tejido biaxial de fibra de basalto y acero inoxidable GEOSTEEL GRID 200, el tejido biaxial de fibra de basalto y acero inoxidable GEOSTEEL GRID 400 o el tejido biaxial de fibra de vidrio alcalino resistente y aramida RINFORZO ARV 100.

Como alternativa a las barras de conexión STEEL DRYFIX 10 y el TASELLO STEEL DRYFIX 10 es posible instalar las barras de conexión STEEL DRYFIX 8 usando la herramienta MANDRINO STEEL DRYFIX 8 y el TASELLO STEEL DRYFIX 8.

Actuación compatible con los sistemas deshumidificantes de Kerakoll.

## ESPECIFICACIÓN DE PROYECTO

Refuerzo a flexocompresión y cortante de machón con encamisado extendido de tejido de fibra de basalto y acero inoxidable, mediante el uso de sistema compuesto con matriz inorgánica, FRCM (Fabric Reinforced Cementitious Matrix), provisto de Marcado CE a través de Evaluación Técnica Europea (ETA) según el art. 26 del Reglamento UE n. 305/2011 o de certificación internacional de validez comprobada, realizado con tejido bidireccional compensado de fibra de basalto y acero inoxidable AISI 304, con tratamiento especial protector alcalino resistente con resina al agua exenta de disolventes - tipo GEOSTEEL GRID 200 de Kerakoll - características técnicas certificadas: acero inoxidable AISI 304, con tratamiento especial protector alcalino resistente con resina al agua exenta de disolventes, resistencia a tracción del hilo > 750 MPa, módulo elástico E > 200 GPa; fibra de basalto: resistencia a tracción  $\geq$  3000 MPa, módulo elástico E  $\geq$  87 GPa; dimensión de la luz 17x17 mm, espesor equivalente  $t_r$  (0°-90°) = 0,032 mm, gramaje incluyendo la termosoldadura y el revestimiento protector  $\approx$  200 g/m<sup>2</sup>, impregnado con geomortero de altísima higroscopicidad y transpirabilidad a base cal hidráulica natural NHL 3.5 y Geoligante mineral, áridos de arena silíceo y calizas dolomíticas de curva granulométrica 0 - 1,4 mm, GreenBuilding Rating 5 -tipo GEOCALCE F ANTISISMICO de Kerakoll - alta eficacia en la reducción de los contaminantes en el interior, no permite el desarrollo de bacterias (Clase B+) ni de hongos (Clase F+) medida con método CSTB, certificado con bajísimas emisiones COVs con conformidad EC 1 Plus GEV-Emicode, emisiones CO<sub>2</sub>  $\leq$  250 g/kg, contenido de minerales reciclados  $\geq$  30%. El geomortero natural provisto con marcado CE, clase del mortero M15 (EN 998/2), clase de resistencia R1 PCC (EN 1504-3), reacción al fuego A1 (EN 13501-1), permeabilidad al vapor de agua de 15 a 35 (EN 1745), resistencia a compresión a los 28 días  $\geq$  15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo elástico 9 GPa (EN 13412), adhesión al soporte a los 28 días > 1,0 N/mm<sup>2</sup> - FB: B (EN 1015-12).

La actuación se desarrollará en las siguientes fases: posibles preparación de las superficies a reforzar, mediante demolición y eliminación del enfoscado existente, reparación de posibles lesiones mediante cosido y/o consolidación con inyecciones de mortero fluido (a contabilizar aparte) y eliminación del polvo mediante hidrolavado a baja presión; realización de agujeros guía del diámetro adecuado para la posterior instalación mediante inserción en seco de las barras helicoidales certificadas EN 845-1 de acero inoxidable AISI 304 - AISI 316, provistas de marcado CE, instaladas en el adecuado agujero guía en el elemento estructural, suministradas y puestas en obra mediante el correcto mandril de percusión, -tipo STEEL DRYFIX 10 de Kerakoll - características técnicas certificadas: carga de rotura a tracción  $\geq$  16,2 kN; carga de rotura a cortante  $\geq$  9,5 kN; módulo elástico  $\geq$  150 GPa; deformación última a rotura  $\geq$  3%; área nominal 15,5 mm<sup>2</sup>. En el caso en el que se prevéa la aplicación del taco - tipo TASELLO STEEL DRYFIX 10 de Kerakoll -, Preverla ampliación del diámetro a 14 mm en los primeros 30 mm de profundidad del agujero; extensión de una primera mano de geomortero, de espesor de aproximadamente 3 - 5 mm; con el mortero aún fresco, proceder a la colocación del tejido, teniendo la precaución de garantizar una completa impregnación del tejido y evitar la formación de posibles huecos o burbujas de aire que puedan comprometer la adhesión del tejido a la matriz o al soporte; doblado de las barras helicoidales o como alternativa, inserción del taco específico; ejecución de la segunda capa de geomortero, en un espesor de aproximadamente 2 - 5 mm con el objetivo de embeber totalmente el tejido de refuerzo y tapar todos los huecos subyacentes; posible repetición de las fases de aplicación del tejido y geomortero para todas las capas sucesivas de refuerzo previstas por el proyecto.

Están incluidos el suministro y puesta en obra de todos los materiales arriba descritos y todo lo necesario para dar por acabado el trabajo. Se excluyen: posible eliminación del enfoscado existente y la limpieza de las zonas degradadas y reparadas del soporte; las pruebas de aceptación del material; las investigaciones previas y posteriores a la intervención; todos los medios auxiliares necesarios para la ejecución de los trabajos.

El precio es por unidad de superficie de refuerzo efectivamente puesto en obra incluidos los solapes.

1 \_\_\_\_\_

Realización de los agujeros guía.



2 \_\_\_\_\_

Instalación de STEEL DRYFIX.



3 \_\_\_\_\_

Aplicación de la primera mano de GEOCALCE F ANTISISMICO.



4 \_\_\_\_\_

Instalación del tejido biaxial de fibra de basalto GEOSTEEL GRID.



5 \_\_\_\_\_

Enroscado de TASELLO STEEL DRYFIX 10.



6 \_\_\_\_\_

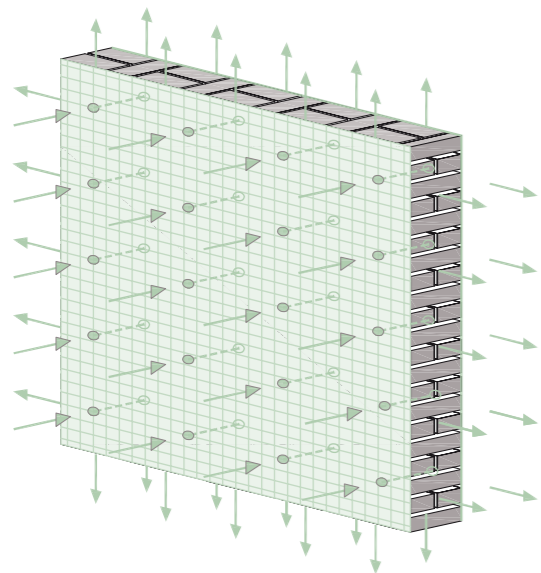
Aplicación de la segunda mano de GEOCALCE F ANTISISMICO.





# 27B

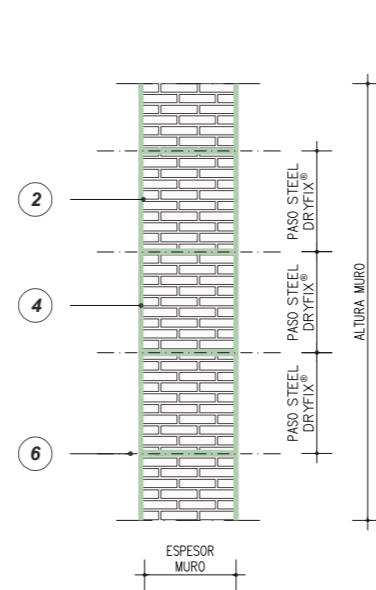
REFUERZO PARA ACCIONES EN EL PLANO Y FUERA DEL PLANO DE MACHONES DE FÁBRICA MEDIANTE ENCAMISADO EXTENDIDO CON TEJIDO DE FIBRA NATURAL DE BASALTO Y ACERO INOXIDABLE Y GEOMORTERO A BASE DE CAL HIDRÁULICA NATURAL



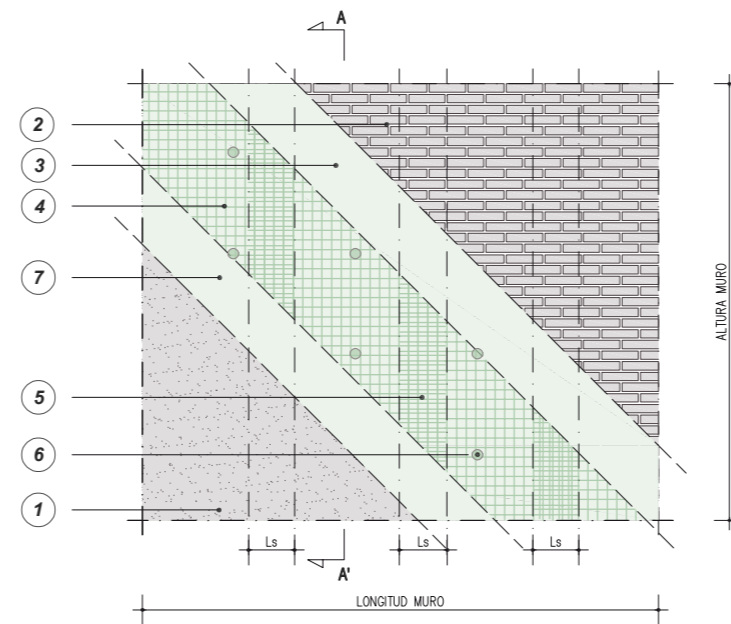
VISTA AXONOMÉTRICA  
TEJIDO GEOSTEEL GRID 200/400 O RINFORZO ARV 100

**NOTA**

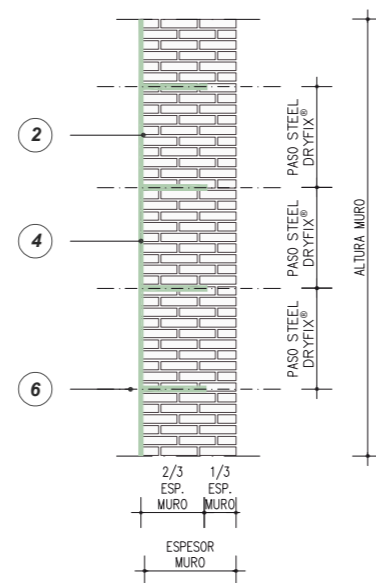
Las barras STEEL DRYFIX® 10, a falta de la posibilidad de verificar la instalación en obra, generalmente no pueden proyectarse para actuaciones de cosido sobre aparejos de piedra de elevada consistencia mecánica.



SECCIÓN A-A'  
REFUERZO A FLEXIÓN Y CORTANTE DEL MACHÓN CON  
GEOSTEEL GRID 200/400 O RINFORZO ARV 100



DETALLE  
REFUERZO A FLEXIÓN Y CORTANTE DEL MACHÓN CON  
GEOSTEEL GRID 200/400 O RINFORZO ARV 100



SECCIÓN A-A'  
REFUERZO A FLEXIÓN Y CORTANTE DEL MACHÓN CON  
GEOSTEEL GRID 200/400 O RINFORZO ARV 100  
EN UN SOLO LADO DEL PARAMENTO

CUADRO NORMATIVO PARA INTERVENCIONES REALIZADAS EN UNA SOLA CARA

- Si el sistema de refuerzo FRCM se aplica sobre una sola cara del muro es obligatorio adoptar conectores de longitud tal que penetre el interior de la capa más externa del paramento no reforzado. (CNR - DT 215/2018 §6)

CUADRO NORMATIVO

REFUERZO DE MUROS CON SOLICITACIONES EN EL PROPIO PLANO

Para mejorar la capacidad portante de muros con solicitaciones en el propio plano se pueden utilizar refuerzos FRCM. En los casos de muros con características mecánicas de baja calidad, como por ejemplo las mamposterías en seco, es necesario ayudar a la actuación de refuerzo con el compuesto FRCM con otro tipo de intervenciones con el fin de asegurar el comportamiento interno del muro y permitir la correcta transferencia de los esfuerzos al refuerzo FRCM.

Capacidad a cortante

Con el objetivo de incrementar la resistencia a cortante de muros solicitados en el propio plano, se puede prever la aplicación de refuerzos FRCM instalados, a ser posible, simétricamente respecto a los dos ejes, y extendidos solamente en toda su superficie con las fibras preferiblemente dirigidas en las direcciones verticales y horizontales. A los efectos de proyecto, en el refuerzo a cortante se considera al área de las fibras colocadas paralelamente al esfuerzo de cortante; en cada caso, para garantizar la eficacia del refuerzo, incluso después de la fisuración, es recomendable colocar las fibras ortogonalmente.

Capacidad a flexocompresión

Con el objetivo de incrementar la resistencia a flexocompresión en el plano del muro se puede prever la aplicación de refuerzos FRCM en las cuales las fibras presentes discurren en la dirección del eje del elemento estructural. Los refuerzos se aplican preferiblemente sobre ambas caras del muro, recubriendo casi la totalidad de la superficie (Figura 4.1).

Refuerzos, dispuestos de esta manera, incrementan el momento resistente de cálculo de una sección del muro solamente si se anclan correctamente. Se entiende como correctamente anclados a los refuerzos prolongados al menos 300 mm a partir de la sección verificada o conectados al muro por medio de los dispositivos adecuados.

(CNR - DT 215/2018 §4.1 - §4.1.1 - §4.1.2)

Incremento de la capacidad de los muros

La actuación de reparación del llagueado, si se efectúa sobre ambas caras, puede mejorar las características mecánicas del muro incrementando, de hecho, el área resistente. Se debe tener precaución en la elección del mortero a utilizar en relación al existente. La posible introducción en la llaga "reparada" de pequeñas barras, cables, pletinas metálicas o de otros materiales resistentes a tracción, especialmente si se encuentran anclados al muro mediante conexiones transversales a los paramentos y organizados como sistema continuo en las tres direcciones, puede mejorar adicionalmente la eficacia de la actuación. (Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.7.4 - 4)

\* Normativa de comprobada validez

1 POSIBLE ELIMINACIÓN Y RECONSTRUCCIÓN DEL ENFOSCADO DESPUÉS DE LA ACTUACIÓN DE REFUERZO

LIMPIEZA DE LA SUPERFICIE DEL MACHÓN, POSIBLE APLICACIÓN DE CONSOLIDANTE CORTICAL TIPO BIOCALCE® SILICATO CONSOLIDANTE O RASOBUILD® ECO CONSOLIDANTE, POSIBLE RECONSTRUCCIÓN VOLUMÉTRICA GENERANDO UNA CONTINUIDAD EN LOS MATERIALES Y EVENTUAL REGULARIZACIÓN DE LA SUPERFICIE CON GEOCALCE® F ANTISISMICO

Después de haber comprobado la calidad del soporte y realizado, si fuera necesario, la reparación de la mampostería dañada, puede ser oportuno recurrir a un chorreado de arena adicional. [...] Es necesario asegurarse de que las partes que sirven de soporte para el refuerzo con materiales compuestos se encuentren perfectamente limpias, eliminando de ellas posibles restos de polvo, grasa, hidrocarburos y/o tensoactivos.

-En todos los casos en los que el sistema de refuerzo FRCM deba aplicarse entorno a esquinas, estas últimas deben estar adecuadamente redondeadas, y el radio de redondeo debe ser de al menos de 20 mm. Este redondeo puede no ser necesario para tejidos de acero, en relación con lo declarado por el Fabricante, siempre que se encuentre respaldado por la pruebas de laboratorio específicas. (CNR - DT 215/2018 §6)

3 EXTENDER SOBRE EL SOPORTE UN ESPESOR MEDIO DE 3-5 mm DE GEOCALCE® F ANTISISMICO EN EL QUE EMBEBER EL TEJIDO DE REFUERZO

4 INSTALACIÓN TEJIDO GEOSTEEL GRID 200/400 O TEJIDO RINFORZO ARV 100

5 APLICACIÓN DEL TEJIDO CON UNA LONGITUD DE SOLAPE Ls PARA PODER GARANTIZAR EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DEL REFUERZO.

-En presencia de más capas de refuerzo, las articulaciones deben estar adecuadamente escalonadas. Se recomienda escalonados inferiores a la mitad del espesor del elemento reforzado, con un mínimo de 300 mm.[...] -Debe asegurarse una adecuada longitud de anclaje, más allá de la sección extrema en la que el refuerzo FRCM es necesario. Ante la falta de datos más precisos, esta debe ser de al menos 300 mm. -Debe asegurarse una adecuada superposición de los tejidos de refuerzo, siguiendo las instrucciones incluidas en el manual de instalación. (CNR - DT 215/2018 §6)

El tejido de fibra natural de basalto y acero inoxidable GEOSTEEL GRID 200/400 y fibra de vidrio y aramida ARV 100 está disponible en anchos de 1 m. Para la correcta colocación se recomienda una longitud de superposición de al menos 30 cm

6 BARRAS HELICOIDALES STEEL DRYFIX® 10 INSTALADAS EN SECO PARA COSER EL MACHÓN

Consultar APÉNDICE B para mayor información sobre el proceso de instalación de las barras en seco para el cosido del machón.

7 ACABADO FINAL PROTECTOR CON GEOCALCE® F ANTISISMICO (ESPESOR 2-5 mm), PARA ENGLOBAL EL REFUERZO Y CERRAR LOS POSIBLES HUECOS. ES NECESARIO GARANTIZAR TANTO LA MADURACIÓN DE LA CAPA INICIAL, COMO DE LA FINAL, LA CUAL SE APLICA CUANDO LA ANTERIOR SE ENCUENTRA AÚN FRESCA

# 27C

## Refuerzo para acciones en el plano y fuera del plano de muros de tapial/adobe mediante encamisado extendido con malla de fibra natural de basalto y geomortero a base de cal hidráulica natural

### DESCRIPCIÓN TÉCNICA

- Preparación de la superficie restableciendo las partes degradadas. Retirada del revoco y limpieza de la superficie de los muros de tapial/adobe; proceder a restablecer las partes dañadas, degradadas y/o lesionadas localmente del muro con material adecuado y usando el geomortero GEOCALCE INTONACO o BIOCALCE MUROSANO compatible con el mortero existente. Después de restablecer las partes dañadas y lesionadas, se procederá a la limpieza de la nueva superficie, teniendo mucho cuidado de eliminar el polvo, grasa, aceites y otras sustancias contaminantes. Proceder al humedecimiento de las superficies hasta lograr una adecuada saturación del soporte, pero sin que el material de soporte se degrade.
- Aplicación del sistema de refuerzo. Extensión de una primera capa de geomortero GEOCALCE INTONACO con espesor medio = 3 - 5 mm; posteriormente, con el mortero aún fresco, proceder a la colocación de la malla biaxial de fibra de basalto, con tratamiento especial protector alcalino resistente, con resina al agua exenta de disolventes, GEO GRID 120, ejerciendo presión enérgica con llana, teniendo la precaución de garantizar una completa impregnación del tejido y evitar la formación de eventuales huecos o burbujas de aire que puedan comprometer la adhesión del tejido a la matriz; la longitud de anclaje y la longitud de solape tendrán que ser debidamente calculadas por el proyectista. Para garantizar una mayor eficacia del sistema de refuerzo, se procederá siempre a la realización de sistemas de conexión empleando barras STEEL DRYFIX, previamente cortado con el fin de obtener una longitud de anclaje correlativa con la prevista y comprobado por el proyectista. Será responsabilidad del proyectista dimensionar los posibles interejos entre un conector y el inmediatamente adyacente. La aplicación se concluirá con el acabado final protector (espesor medio 2 - 5 mm) realizado siempre con GEOCALCE INTONACO, con el fin de incluir totalmente el refuerzo y cerrar los posibles huecos que haya debajo. En caso de capas posteriores a la primera, proceder a la colocación de las siguientes capas de refuerzo repitiendo las fases del mismo modo que las precedentes. Es preferible que capas posteriores se lleven a cabo fresco sobre fresco.
- Decoración. Pasado el tiempo de secado de GEOCALCE INTONACO, la decoración y protección final de las nuevas superficies realizadas se podrá llevar a cabo mediante el uso de pinturas o enfoscados coloreados de Kerakoll.

### ADVERTENCIAS

El proyectista podrá elegir, en base a sus exigencias de proyecto, en alternativa a la malla biaxial de fibra de basalto GEO GRID 120, el tejido biaxial de fibra de basalto y acero inoxidable GEOSTEEL GRID 200 o el tejido biaxial de fibra de vidrio alcalino resistente y aramílica RINFORZO ARV 100.

### ESPECIFICACIÓN DE PROYECTO

Refuerzo para acciones en el plano y fuera del plano de muros de tapial/adobe mediante encamisado de malla equilibrada de fibra de basalto, con tratamiento especial protector alcalino-resistente, con resina en base acuosa, sin disolventes - tipo GEO GRID 120 de Kerakoll - características técnicas certificadas: resistencia a tracción > 1250 MPa, modulo elástico E > 56 GPa; dimensión de la malla 22x22 mm, espesor equivalente t, 0-90°= 0,032 mm, masa total comprendida entre termosoldadura y revestimiento protector aprox. 130 g/m², impregnado con geomortero de altísima higroscopicidad y transpirabilidad a base cal hidráulica natural NHL 3.5 y geoligante mineral, áridos de arena silícea y calizas dolomíticas de curva granulométrica 0 - 1,4 mm, GreenBuilding Rating 4 - tipo GEOCALCE INTONACO de Kerakoll - alta eficacia en la reducción de los contaminantes de interior, no permite el desarrollo bacterico (Clase B+) ni fungoso (Clase F+) medida con método CSTB, certificado con bajísimas emisiones COVs con conformidad EC 1 Plus GEV Emicode, emisiones CO₂ ≤ 250 g/kg, contenido de minerales reciclados ≥ 30%. El geomortero natural está provisto de marcado CE, es conforme a los requisitos de la norma EN 998-1 - GP/ CS II / WO, reacción al fuego clase A1, coeficiente de resistencia al vapor de agua (μ) < 15, adhesión al soporte a 28 días > 0,1 N/mm².

La intervención se desarrolla en las siguientes fases: eventual preparación de las superficies a reforzar, mediante eliminación del revoco existente, restablecer las partes dañadas, degradadas y/o lesionadas localmente de los muros, reparación de eventuales lesiones mediante consolidación con inyección de mortero fluido (a contabilizar aparte); eliminación con mucho cuidado del polvo, grasa, aceites y otras sustancias contaminantes y proceder al mojado de las superficies, pero sin agua en superficie; realización de los agujeros guía para la posterior instalación en seco de barras helicoidales certificadas EN 845 de acero inoxidable AISI 316, con marcado CE, instaladas con el mandril a percusión adecuado - tipo STEEL DRYFIX 10 de Kerakoll - características técnicas certificadas: carga de rotura a tracción ≥ 16,2 kN; carga de rotura a cortante ≥ 9,5 kN; módulo elástico ≥ 150 GPa; deformación última a rotura ≥ 3%; área nominal 15,5 mm². En caso que se prevea la aplicación del taco - tipo TASSELLO STEEL DRYFIX 10 de Kerakoll -, prever a ampliación del diámetro 14 mm, para los primeros 30 mm de profundidad del agujero guía; extensión de una primera capa de geomortero, de espesor aprox. 3 - 5 mm; con el mortero aún fresco, proceder a la colocación de la malla, teniendo la precaución de garantizar una completa impregnación del tejido y evitar la formación de eventuales huecos o burbujas de aire que puedan comprometer la adhesión del tejido a la matriz o al soporte; plegado de las barras helicoidales o, en alternativa, inserción del taco adecuado; ejecución de la segunda capa de geomortero, hasta la completa cobertura del tejido de refuerzo y cerrar los posibles huecos, espesor total del refuerzo 2 - 5 mm; eventual repetición de las fases para todas las capas sucesivas de refuerzo previstas por el proyecto. Están incluidos el suministro y puesta en obra de todos los materiales arriba descritos y todo lo necesario para dar por acabado el trabajo. No se incluyen: las pruebas de aceptación del material; las verificaciones pre- y post- intervención, así como todos los costes necesarios para su realización; todos los medios auxiliares necesarios para la ejecución de los trabajos. El precio es por unidad de superficie de refuerzo efectivamente puesto en obra, incluidos los empalmes y las zonas de anclaje.

1 Restablecer las partes dañadas, degradadas y/o lesionadas localmente y realización de los agujeros guía para la instalación de los conectores.



2 Realización de los agujeros guía.



3 Instalación de STEEL DRYFIX 10.



4 Lavado con agua de todas las superficies a tratar y aplicación primera mano de GEOCALCE INTONACO.



5 Instalación de la malla biaxial de fibra de basalto GEO GRID 120.

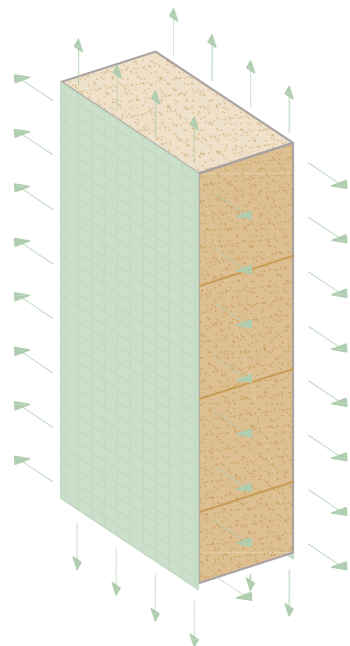


6 Aplicación segunda mano de GEOCALCE INTONACO.



# 27C

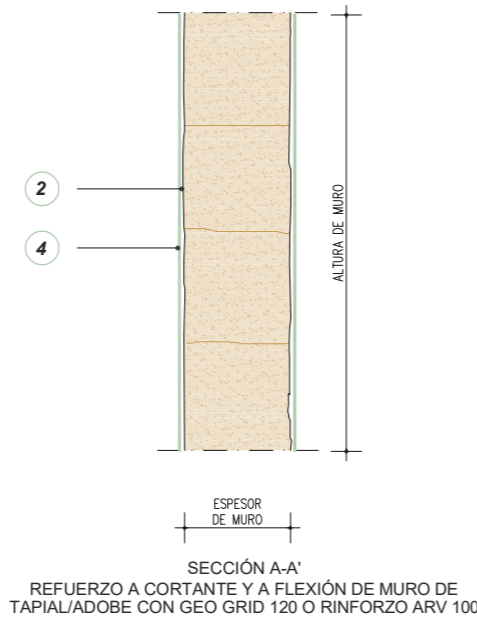
REFUERZO PARA ACCIONES EN EL PLANO Y FUERA DEL PLANO DE MUROS DE TAPIAL/ADOBE MEDIANTE ENCAMISADO EXTENDIDO CON MALLA DE FIBRA NATURAL DE BASALTO Y GEOMORTERO A BASE DE CAL HIDRÁULICA NATURAL



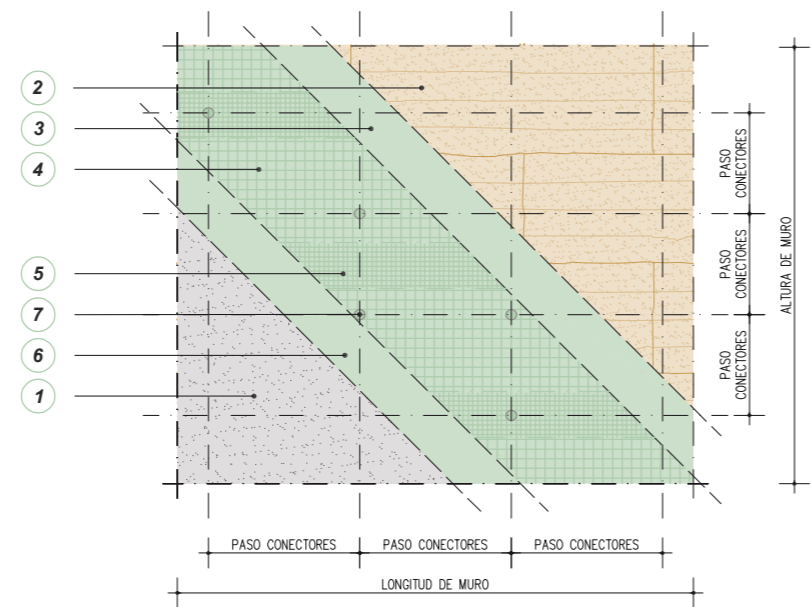
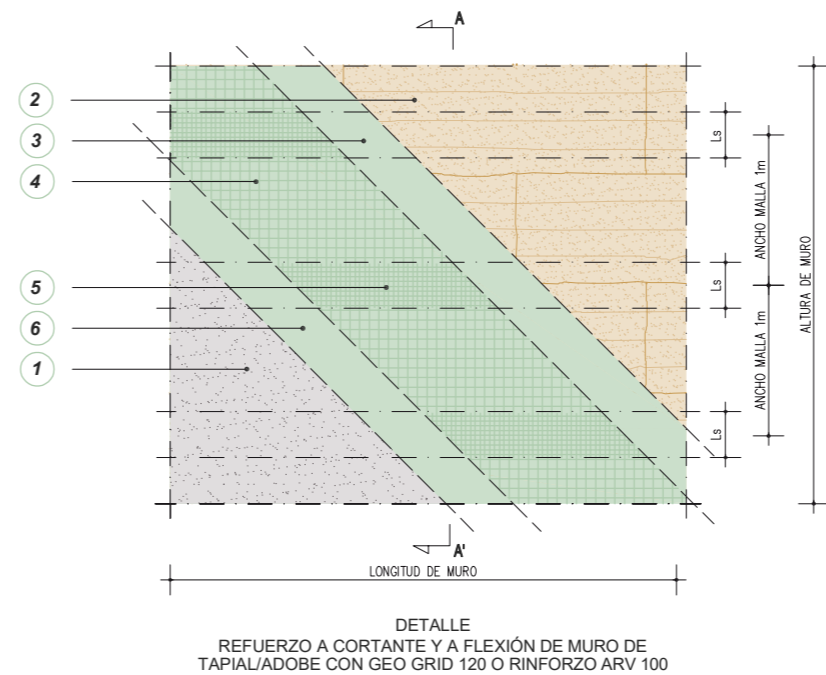
VISTA AXONOMÉTRICA  
REFUERZO DE MURO DE TAPIAL/ADOBE MALLA  
GEO GRID 120 O RINFORZO ARV 100

## NOTAS

En este manual se muestran las alternativas de refuerzo para muros de tapial/adobe. El proyectista responsable evaluará la mejor opción en cada caso.

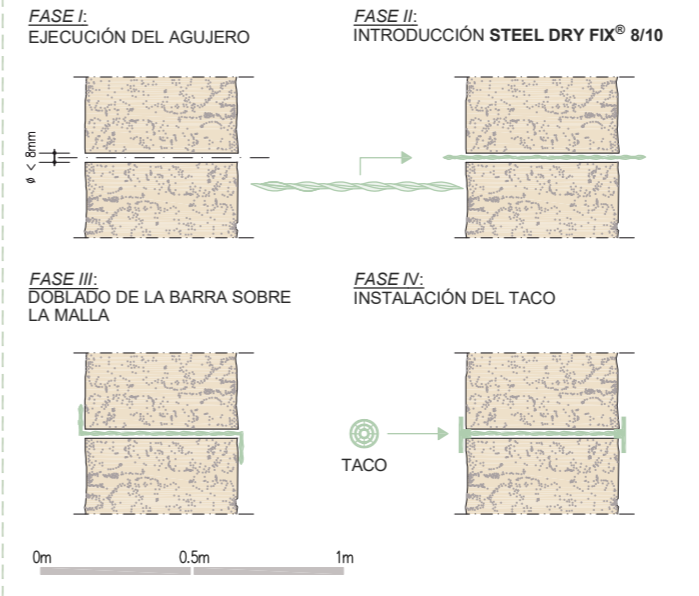


0m 0.5m 1m 2m

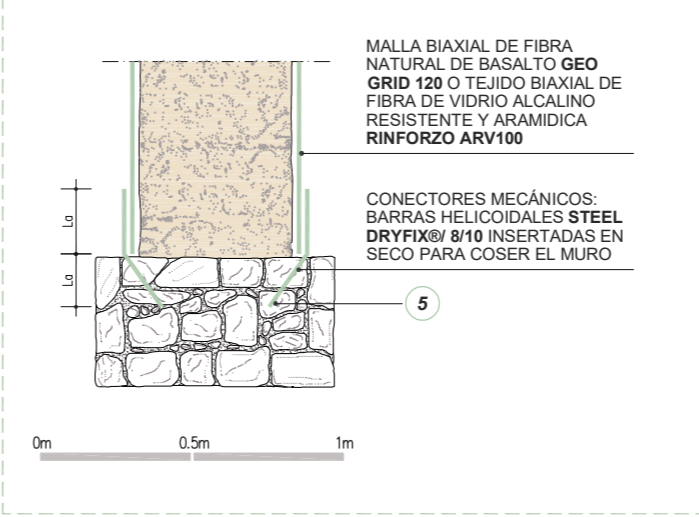


0m 0.5m 1m 2m

## FASES OPERATIVAS MONTAJE STEEL DRYFIX® 8/10



## DETALLE DE ANCLAJE DEL TEJIDO A LA CIMENTACIÓN



0m 0.5m 1m

## CUADRO NORMATIVO

Los muros de adobe se pueden reforzar con mallas naturales para aumentar su resistencia o ductilidad a las acciones dentro y fuera de su plano. Un muro de adobe reforzado con mallas naturales permite que los esfuerzos de compresión sean absorbidos por el adobe, mientras que los de flexión por el refuerzo FRCM.

El sistema de refuerzo propuesto es una alternativa a los ya especificados en normativas locales. El proyecto completo de refuerzo debe garantizar una óptima conexión de la malla con las vigas riostras (madera) y la cimentación. El proyectista debe realizar un análisis en conjunto de la estructura para verificar la mejora del comportamiento sísmico.

1 RETIRAR EL ENFOSCADO EXISTENTE, ESTE SERÁ RECONSTRUIDO DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN.

2 ES NECESARIO GARANTIZAR QUE LAS PARTES A INTERVENIR ESTÉN PERFECTAMENTE LIMPIAS, ELIMINANDO EL POLVO, LA SUCIEDAD Y CUALQUIER OTRA SUSTANCIA QUE PUEDA COMPROMETER LA ADHESIÓN DE CAPAS SUCESIVAS.

Es necesario asegurarse de que las partes que sirven de soporte para el refuerzo con materiales compuestos se encuentren perfectamente limpias, eliminando de ellas posibles restos de polvo, grasa, hidrocarburos y/o tensoactivos. (CNR - DT 200 R1/2013 §5.8.1.3)\*

3 EXTENDER SOBRE EL SOPORTE UN ESPESOR MEDIO DE 3-5 mm DE GEOCALCE® INTONACO EN EL QUE EMBEBER LA MALLA DE REFUERZO

4 MALLA BIAJIAL DE FIBRA NATURAL DE BASALTO GEO GRID 120 O TEJIDO BIAJIAL DE FIBRA DE VIDRIO Y ARAMIDA ALCALINO RESISTENTE RINFORZO ARV 100

Se recomienda una disposición simétrica de mallas de basalto o de tejidos de fibra de vidrio y aramida, debidamente ancladas, a ambos lados del muro de tapial/adobe.

5 LONGITUD DE SUPERPOSICIÓN, Ls Y LONGITUD DE ANCLAJE, La

La malla biaxial de fibra de basalto GEO GRID 120 o el tejido biaxial de fibra de vidrio y aramida alcalino resistente RINFORZO ARV 100 está disponible en rollos de 1m de ancho. Para la superposición se recomienda una longitud de al menos de 20 cm en ambas direcciones.

Para el anclaje con STEEL DRY FIX® 8/10, se recomienda una longitud de al menos 30 cm.

6 ACABADO FINAL PROTECTOR CON GEOCALCE® INTONACO (ESPESOR 2-5 mm). PARA EMBEBER EL REFUERZO Y TAPAR LOS POSIBLES HUECOS. ES NECESARIO GARANTIZAR TANTO LA MADURACIÓN DE LA CAPA INICIAL, COMO DE LA FINAL, LA CUAL SE APLICA CUANDO LA ANTERIOR SE ENCUENTRA AÚN FRESCA.

7 REFUERZO OPCIONAL: BARRAS HELICOIDALES STEEL DRYFIX® 8/10 INSERTADAS EN SECO PARA COSER EL MURO

Consultar TABLA 19 y TABLA 20 para mayor información sobre el proceso de instalación de las barras en seco para el cosido del muro.

# 28

## Consolidación y refuerzo de partes de cerramiento mediante realización de bandas a la altura de forjado mediante encamisado con bandas de tejido de fibra de acero galvanizado y geomortero a base de cal hidráulica natural



### PRESCRIPCIÓN

- Preparación del soporte. Limpiar la superficie hasta dejar vistos los elementos estructurales y realizar el sellado y reparación de las posibles lesiones presentes con el uso de material idóneo y uso del geomortero GEOCALCE F ANTISISMICO compatible con el mortero existente, a modo de reparar la continuidad estructural y estética. Realizar posible aplicación de consolidante fijador cortical tipo BIOCALCE SILICATO CONSOLIDANTE o RASOBUILD ECO CONSOLIDANTE, en el caso de soportes de yeso aislar preventivamente con RASOBUILD ECO CONSOLIDANTE. Concluir con la limpieza del muro con aire a presión y posterior aspiración de los residuos. En presencia de enfoscado proceder a la demolición local del mismo realizando un hueco de 2 veces el ancho mayor de la banda que se va a colocar.
- Aplicación del sistema de refuerzo. En correspondencia a la cota del forjado o donde se ha proyectado la intervención, con el fin de obtener un completo empresillado del edificio, se realiza una primera capa de espesor medio de 3 - 5 mm de geomortero GEOCALCE F ANTISISMICO. Posteriormente, con el mortero aún fresco, proceder a la colocación del tejido GEOSTEEL G600 de fibra de acero galvanizado ejerciendo una presión enérgica con la llana, teniendo la precaución de garantizar una completa impregnación del tejido y evitar la formación de posibles huecos o burbujas de aire que puedan comprometer la adhesión del tejido a la matriz, la longitud de anclaje y la longitud de solape debe ser adecuadamente calculada por el proyectista. Concluir la aplicación con el alisado final protector (espesor medio de 2 - 5 mm) siempre realizado con GEOCALCE F ANTISISMICO, con el objetivo de embeber totalmente el refuerzo y tapar posibles huecos subyacentes. En caso de capas sucesivas a la primera, proceder con la colocación de la segunda capa del tejido sobre la capa de matriz todavía fresca.
- ENFOSCADO. Realizar el posible enfoscado mediante GEOCALCE TENACE: enfoscado técnico compuesto clase M5, de matriz mineral constituido por cal hidráulica natural NHL y Geoligante, con textura de tecnología TPI 3D, transpirable, sin riesgo de fisuración, aplicable también en alto espesor hasta los 30 mm en una sola mano.

### ADVERTENCIAS

En el posicionamiento de las bandas de encamisado se debe tener cuidado en la realización de los detalles en la extremidad, en presencia de pilastras o lesenas; con el fin de evitar acumulaciones tensionales en estas zonas, conectar las dos bandas colocadas sobre paredes ortogonales entre ellas, mediante desfibrado del extremo de la banda de fibra de acero GEOSTEEL, insertándolo en el interior del muro en un agujero de diámetro adecuado, en correspondencia de la pilastra o lesena. Se inyectará el agujero con GEOCALCE FL ANTISISMICO. Dicha solución tiene la gran ventaja de garantizar la continuidad estructural entre banda y elemento de anclaje sin empalmes.

Cuando por exigencias técnicas el tejido GEOSTEEL G600 no resultara suficientemente satisfactorio a las comprobaciones, es posible sustituirlo con GEOSTEEL G1200.

### ESPECIFICACIÓN DE PROYECTO

Consolidación y refuerzo de porciones de cerramiento mediante realización de bandas a la altura de forjado, mediante el uso del sistema compuesto con matriz inorgánica, SRG (Steel Reinforced Grout), provisto de Marcado CE a través de Evaluación Técnica Europea (ETA) según el art. 26 del Reglamento de la UE n. 305/2011 o según certificación internacional validada, realizado con tejido unidireccional de fibra de acero galvanizado de altísima resistencia (preformado en función de la geometría del elemento estructural mediante el uso de la plegadora específica certificada), formado por micro-cables de acero producidos según norma ISO 16120-1/4 2017, fijados sobre una micro-malla de fibra de vidrio, peso neto de fibra aprox. a 670 g/m<sup>2</sup> - tipo GEOSTEEL G600 de Kerakoll - características técnicas certificadas: resistencia a tracción valor característico > 3000 MPa; módulo elástico > 190 GPa; deformación última a rotura > 1,5%; área efectiva de un cable 3x2 (5 hilos) = 0,538 mm<sup>2</sup>; n° cables por cm = 1,57 con envoltorio de hilos de elevado ángulo de torsión conforme a la norma ISO/DIS 17832; espesor equivalente de la banda = 0,084 mm. Para el embebido de las bandas de tejido en las superficies se prevé la aplicación de geomortero de altísima higroscopicidad y transpirabilidad a base de cal hidráulica natural NHL 3.5 y Geoligante mineral, áridos de arena silicea y calizas dolomíticas de curva granulométrica 0 - 1,4 mm, GreenBuilding Rating 5 - tipo GEOCALCE F ANTISISMICO de Kerakoll - características técnicas certificadas: alta eficacia en la reducción de los contaminantes en el interior, no permite el desarrollo bacteriano (Clase B+) ni fungoso (Clase F+) medida con método CSTB, certificado con bajísimas emisiones COVs con conformidad EC 1 - R Plus GEV-Emicode, emisiones de CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, contenido de minerales reciclados ≥ 30%. El geomortero natural provisto con marcado CE, clase del mortero M15 (EN 998/2), clase de resistencia R1 PCC (EN 1504-3), reacción al fuego A1 (EN 13501-1), permeabilidad al vapor de agua de 15 a 35 (EN 1745), resistencia a compresión a los 28 días ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo elástico 9 GPa (EN 13412), adhesión al soporte a los 28 días > 1,0 N/mm<sup>2</sup> - FB: B (EN 1015-12).

La actuación se desarrollará en las siguientes fases: posible preparación de las superficies interesadas mediante eliminación del enfoscado existente y limpieza del soporte; extensión de una primera mano de geomortero, de espesor de aproximadamente 3 - 5 mm; con el mortero aún fresco, proceder a la colocación del tejido de fibra de acero galvanizado de altísima resistencia, teniendo la precaución de garantizar una completa impregnación del tejido y evitar la formación de posibles huecos o burbujas de aire que puedan comprometer la adhesión del tejido a la matriz o al soporte; ejecución de la segunda capa de geomortero, en un espesor de aproximadamente 2 - 5 mm con el objetivo de embeber totalmente el tejido de refuerzo y tapar todos los huecos subyacentes; posible repetición de las fases de aplicación del tejido y geomortero para todas las capas sucesivas de refuerzo previstas por el proyecto; posible inserción de conectores para el anclaje terminal de las bandas a la altura de forjado realizados con la misma banda de refuerzo (a contabilizar aparte), previa: realización del agujero de ingreso, de las dimensiones adecuadas, para la inserción del "desfibrado" con inyección a baja presión de geomortero de altísima higroscopicidad y transpirabilidad, hiperfluido, de elevada retención de agua a base de cal hidráulica natural NHL 3,5 y Geoligante mineral, de intervalo granulométrico 0-100 μm, GreenBuilding Rating 5, provisto de marcado CE - tipo GEOCALCE FL ANTISISMICO de Kerakoll - características técnicas certificadas: alta eficacia en la reducción de los contaminantes en el interior, no permite el desarrollo de bacterias (Clase B+) ni de hongos (Clase F+) medida con método CSTB, certificado con bajísimas emisiones COVs con conformidad EC 1 Plus GEV-Emicode, emisiones CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, contenido de minerales reciclados ≥ 30%. El geomortero natural está provisto de marcado CE, clase del mortero M15 (EN 998/2), reacción al fuego A1 (EN 13501-1), permeabilidad al vapor de agua de 15 a 35 (EN 1745), resistencia a compresión a los 28 días ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo elástico 9,5 GPa (EN 13412), resistencia al arrancamiento de las barras de acero ≥ 3,5 MPa (RILEM-CEB-FIPRC6-78).

Están incluidos el suministro y puesta en obra de todos los materiales arriba descritos y todo lo necesario para dar por acabado el trabajo. Están excluidos: la eliminación del enfoscado existente, la limpieza de las zonas degradadas y la reparación del soporte; los conectores y la inyección de los mismos, así como todos los costes necesarios para su realización; las pruebas de aceptación del material; las verificaciones pre- y post-intervención; los medios auxiliares necesarios para la ejecución de los trabajos.

El precio es por unidad de superficie de refuerzo efectivamente puesto en obra incluidos los solapes.



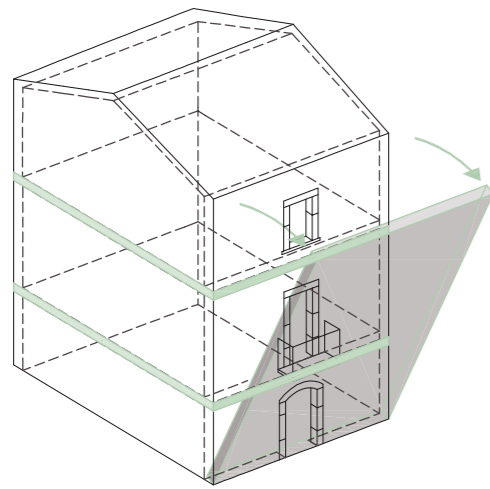
1 Aplicación de la primera mano de GEOCALCE F ANTISISMICO.

2 Instalación de las bandas de tejido de fibra de acero GEOSTEEL.

3 Aplicación de la segunda mano de GEOCALCE F ANTISISMICO.

# 28

CONSOLIDACIÓN Y REFUERZO DE PARTES DE CERRAMIENTO MEDIANTE REALIZACIÓN DE BANDAS A LA ALTURA DE FORJADO MEDIANTE ENCAMISADO CON BANDAS DE TEJIDO DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO Y GEOMORTERO A BASE DE CAL HIDRÁULICA NATURAL



VISTA AXONOMÉTRICA EDIFICIO CON BANDAS A LA ALTURA DE FORJADO

**NOTA**  
Rodear el edificio con bandas a la altura de forjado con el objetivo de favorecer el comportamiento solidario, mejorar la vinculación entre muros ortogonales e incrementar la resistencia a flexión de los muros perpendiculares a la acción sísmica.  
Para las soluciones combinadas con encadenamientos de fachada, consultar la TABLA 30. Para las soluciones combinadas a refuerzos en bóvedas, de cañón, de crucería y de rincón de claustro, consultar de la TABLA 38 a la TABLA 49.

POWERED BY **kerakoll** ENGINEERED BY **ASDEA**



DETALLE A-A'  
REFUERZO DE PARTES DE EDIFICIO CON BANDAS DE GEOSTEEL G600/G1200

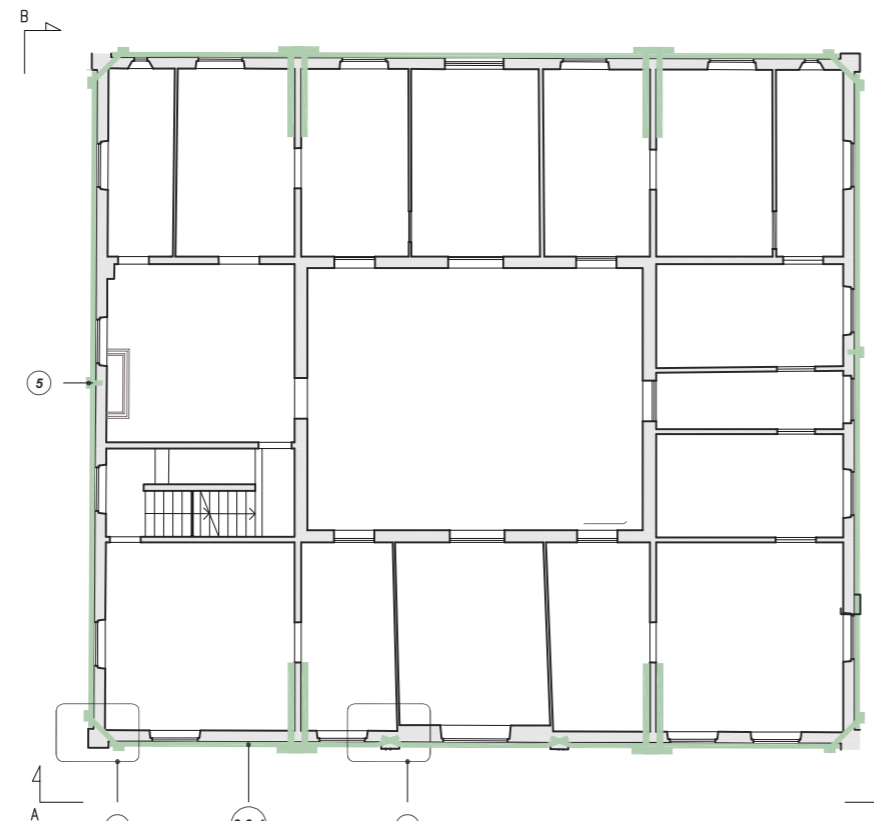
0m 1m 3m 5m



DETALLE B-B'  
REFUERZO DE PARTES DE EDIFICIO CON BANDAS DE GEOSTEEL G600/G1200

PREPARACIÓN DEL SOPORTE: LIMPIEZA DE LA SUPERFICIE, DE SER NECESARIO, APLICAR EL CONSOLIDANTE CORTICAL TIPO **BIOCALCE® SILICATO CONSOLIDANTE** O **RASOBUILD® ECO CONSOLIDANTE**, POSIBLE RECONSTRUCCIÓN VOLUMÉTRICA GENERANDO UNA CONTINUIDAD EN LOS MATERIALES Y EVENTUAL REGULARIZACIÓN DE LA SUPERFICIE CON **GEOCALCE® F ANTISISMICO**

- 1 EXTENDER SOBRE EL SOPORTE UN ESPESOR MÍNIMO DE 3-5 mm DE **GEOCALCE® F ANTISISMICO** PARA INSTALAR Y EMBEBER EL TEJIDO DE REFUERZO
- 2 INSTALACIÓN TEJIDO **GEOSTEEL G600** O **GEOSTEEL G1200** DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO
- 3 Consultar TABLA 26 para mayor información sobre el proyecto y la forma de instalación de las bandas **GEOSTEEL**.
- 4 SEGUNDA MANO DE **GEOCALCE® F ANTISISMICO** DE ESPESOR 2-5 mm
- 5 DIÁTONOS A CHICOTE **GEOSTEEL G600/G1200** INYECTADOS CON MORTERO FLUIDO **GEOCALCE® FL ANTISISMICO**
- 6 DETALLE 1: SOLUCIÓN DE ESQUINA
- 7 DETALLE 2: PRESENCIA DE PILASTRA



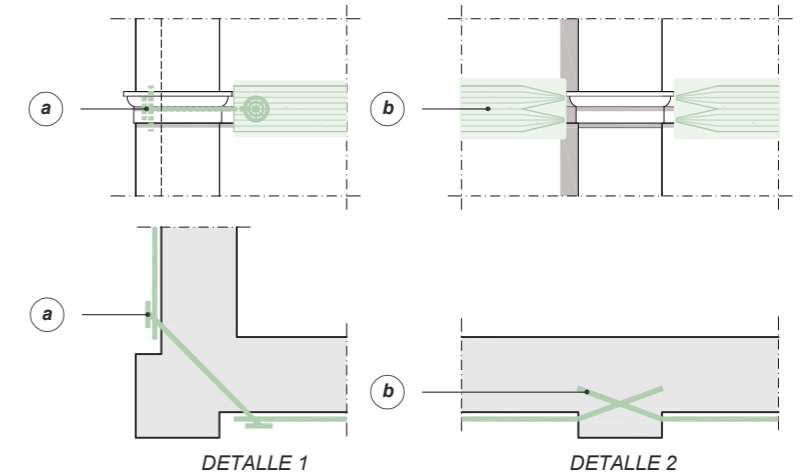
PLANTA  
REFUERZO DE PARTES DE EDIFICIO CON BANDAS DE GEOSTEEL G600/G1200

0m 1m 3m 5m

### DETALLE DE ANCLAJE RECOMENDADO

EN LOS EXTREMOS, EN PRESENCIA DE PILASTRAS DE ESQUINA, REALIZAR UN COSIDO ARMADO CON BARRAS A CHICOTE REALIZADAS CON TEJIDO **GEOSTEEL G600/G1200** Y INYECTADOS CON **GEOCALCE® FL ANTISISMICO** (CONSULTE EL APÉNDICE A PARA MÁS INFORMACIÓN)

EN PRESENCIA DE PILASTRAS INTERMEDIAS, PARA EVITAR LA CONCENTRACIÓN DE TENSIONES, SE ANCLA LA BANDA AL MURO. REALIZAR EL ANCLAJE DESFIBRANDO LA BANDA CADA 10 cm DE ANCHO DEL TEJIDO **GEOSTEEL**



0m 0.5m 1m 2m

### CUADRO NORMATIVO

Los elementos de conexión tienen una mayor eficacia entre muros opuestos con el fin de evitar el vuelco y asegurar el funcionamiento solidario del edificio. Con este objetivo pueden emplearse tirantes (o cadenas), sean metálicos o de otros materiales, colocados en las dos direcciones principales del edificio, al nivel del forjado y en correspondencia con los muros portantes. Los tirantes también permiten la formación del mecanismo de amortiguación en las bandas, mejorando la capacidad de acoplamiento de los machones. En alternativa, el funcionamiento solidario del edificio se ve favorecido por el encadenado exterior, que en algunos casos se puede realizar con elementos metálicos o materiales compuestos, particularmente eficaces en el caso de edificios de planta reducida, como los campanarios, o cuando se realizan los anclajes en correspondencia con encuentros de muros perpendiculares.  
Y en cualquier caso es necesario evitar la aparición de concentración de tensiones en las esquinas del muro.  
(Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.7.4.1 - 2)  
**Encadenamiento de forjado y coronación**  
Para aumentar los factores de seguridad frente al colapso asociados a movimientos de vuelco de macroelementos de muro es posible realizar un encadenamiento externo realizado con bandas de tejido que rodean el edificio.  
También es posible realizar zunchos de coronación de fábrica armada insertando en los tendeles los tejidos de refuerzo.  
(CNR - DT 215/2018 §2.2.1.3)

# 29

## Consolidación y refuerzo de partes de cerramiento mediante la realización de zunchos de fábrica armada mediante interposición en las llagas de bandas de tejido de fibra de acero galvanizado y geomortero a base de cal hidráulica natural



### PRESCRIPCIÓN

- Preparación del soporte. Limpiar la superficie hasta dejar vistos los elementos estructurales y realizar el sellado y reparación de las posibles lesiones presentes con el uso de material idóneo y uso del geomortero GEOCALCE F ANTISISMICO compatible con el mortero existente, a modo de reparar la continuidad estructural y estética. Realizar posible aplicación de consolidante fijador cortical tipo BIOCALCE SILICATO CONSOLIDANTE o RASOBUILD ECO CONSOLIDANTE, en el caso de soportes de yeso aislar preventivamente con RASOBUILD ECO CONSOLIDANTE. Realizar un soplado final del muro mediante aire a presión y sucesiva aspiración de los residuos.
- Aplicación del sistema de refuerzo. En la zona superior de los machones que constituyen el edificio, posicionar el zuncho compuesto por capas alternas de hiladas de ladrillo y sistema de refuerzo compuesto que se compone de una primera mano de GEOCALCE F ANTISISMICO de entre 3 - 5 mm, donde embeber el tejido de fibra de acero galvanizado GEOSTEEL G600 ejerciendo presión enérgica con la llana, posteriormente realizar la capa final de GEOCALCE F ANTISISMICO, en un espesor de 2 - 5 mm. Para garantizar una mayor eficacia del sistema de refuerzo, realizar los sistemas de conexión. Es responsabilidad del proyectista dimensionar las eventuales distancias entre un conector y el inmediatamente adyacente del zuncho. Realizar el diátomo artificial a chicote con la introducción de una banda de tejido de la gama GEOSTEEL del ancho adecuado, a modo de disponer en el interior del conector el número de cables mínimos necesarios de proyecto para beneficiarse de las resistencias a tracción requeridas; tener la precaución de desfibrar la parte final de la banda de tejido, mediante el corte de malla de soporte, procediendo con el corte en paralelo de los mismos cables en la longitud que se quiera desfibrar sobre el muro, teniendo la precaución de garantizar un radio mínimo de desfibrado de 10 cm. Acabado el corte del tejido enrollar la banda sobre sí misma, teniendo la precaución de realizar un cilindro del diámetro adecuado respecto al agujero realizado. Instalar el conector realizado en el interior del agujero en toda la altura del zuncho. Para consolidar aún más la parte superior del muro ubicada justo debajo del zuncho y garantizar la colaboración entre muro y conectores metálicos, efectuar una inyección a baja presión (menor de 1,5 bar) de geomortero hiperfluido GEOCALCE FL ANTISISMICO, previa humectación de los soportes, utilizando, como orificio de entrada, el agujero anteriormente usado para la inserción del conector. Este trabajo debe garantizar no solo la inyección del conector sino también la consolidación local de la mampostería existente subyacente.

### ADVERTENCIAS

El rol del conector a chicote resulta de particular importancia, ya que debe garantizar la conexión completa entre las distintas capas del zuncho y el muro existente. Para garantizar que el conector pueda desarrollar su función, se aconseja una longitud de anclaje mínima de 50 cm en el muro inferior más el espesor del nuevo zuncho armado.

Consultar el APÉNDICE B para conocer la modalidad de instalación y las prestaciones mecánicas de sistema de conexión a chicote, realizado con la gama de tejidos GEOSTEEL en combinación con el taco de polipropileno armado con fibra de vidrio INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL.

### ESPECIFICACIÓN DE PROYECTO

Consolidación y refuerzo de porciones de cerramiento mediante realización de zunchos de fábrica armada, compuesto de capas alternas de hiladas de ladrillo y sistema compuesto con matriz inorgánica SRG (Steel Reinforced Grout), provisto de Marcado CE a través de Evaluación Técnica Europea (ETA) según el art. 26 del Reglamento de la UE n. 305/2011 o según certificación internacional validada, realizado con tejido unidireccional de fibra de acero galvanizado de altísima resistencia (preformado en función de la geometría del elemento estructural mediante el uso de la plegadora específica certificada), formado por micro-cables de acero producidos según norma ISO 16120-1/4 2017, fijados sobre una micro-malla de fibra de vidrio, peso neto de fibra aprox. a 670 g/m<sup>2</sup> - tipo GEOSTEEL G600 de Kerakoll - características técnicas certificadas: resistencia a tracción valor característico > 3000 MPa; módulo elástico > 190 GPa; deformación última a rotura > 1,5%; área efectiva de un cable 3x2 (5 hilos) = 0,538 mm<sup>2</sup>; n° cables por cm = 1,57 con envolvente de hilos de elevado ángulo de torsión conforme a la norma ISO/DIS 17832; espesor equivalente de la banda = 0,084 mm. Para el embebido de las bandas de tejido se prevé la aplicación de geomortero de altísima higroscopicidad y transpirabilidad a base de cal hidráulica natural NHL 3.5 y Geoligante mineral, áridos de arena silicea y calizas dolomíticas de curva granulométrica 0 - 1,4 mm, GreenBuilding Rating 5 - tipo GEOCALCE F ANTISISMICO de Kerakoll - características técnicas certificadas: alta eficacia en la reducción de los contaminantes en el interior, no permite el desarrollo bacterico (Clase B+) ni fungoso (Clase F+) medida con método CSTB, certificado con bajísimas emisiones COVs con conformidad EC 1 - R Plus GEV-Emicode, emisiones de CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, contenido de minerales reciclados ≥ 30%. El geomortero natural provisto con marcado CE, clase del mortero M15 (EN 998/2), clase de resistencia R1 PCC (EN 1504-3), reacción al fuego A1 (EN 13501-1), permeabilidad al vapor de agua de 15 a 35 (EN 1745), resistencia a compresión a los 28 días ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo elástico 9 GPa (EN 13412), adhesión al soporte a los 28 días > 1,0 N/mm<sup>2</sup> - FB: B (EN 1015-12).

La actuación se desarrollará en las siguientes fases: preparación de las superficies de la parte superior de los muros, mediante creación de una superficie plana para acoger el nuevo zuncho; extensión de una primera mano de geomortero, de espesor aprox. de 3 - 5 mm; con el mortero aún fresco, proceder a la colocación del tejido de fibra de acero galvanizado de altísima resistencia, teniendo la precaución de garantizar una completa impregnación del tejido y evitando la formación de posibles huecos o burbujas de aire que puedan comprometer su adhesión; ejecución de la segunda capa de geomortero, en un espesor aprox. de 2 - 5 mm para embeber totalmente el tejido de refuerzo y tapar todos los huecos subyacentes; extensión de hiladas de ladrillo; posible repetición de las fases de aplicación de tejido y geomortero para todas las capas sucesivas de refuerzo previstas por el proyecto; inserción de conectores realizados con el tejido unidireccional de fibra de acero galvanizado de altísima resistencia, previa: realización del agujero de ingreso de las dimensiones adecuadas para su inserción y de una profundidad igual a la altura del zuncho e introducidos, al menos, 50 cm en el muro existente, con inyección final a baja presión de geomortero de altísima higroscopicidad y transpirabilidad, hiperfluido, de elevada retención de agua a base de cal hidráulica natural NHL 3.5 y Geoligante mineral, de intervalo granulométrico 0-100 µm, GreenBuilding Rating 5, provisto de marcado CE - tipo GEOCALCE FL ANTISISMICO de Kerakoll - características técnicas certificadas: alta eficacia en la reducción de los contaminantes en el interior, no permite el desarrollo de bacterias (Clase B+) ni de hongos (Clase F+) medida con método CSTB, certificado con bajísimas emisiones COVs con conformidad EC 1 Plus GEV-Emicode, emisiones CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, contenido de minerales reciclados ≥ 30%. El geomortero natural está provisto de marcado CE, clase del mortero M15 (EN 998/2), reacción al fuego A1 (EN 13501-1), permeabilidad al vapor de agua de 15 a 35 (EN 1745), resistencia a compresión a los 28 días ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo elástico 9,5 GPa (EN 13412), resistencia al arrancamiento de las barras de acero ≥ 3,5 MPa (RILEM-CEB-FIPRC6-78). Están incluidos el suministro y puesta en obra de todos los materiales arriba descritos y todo lo necesario para dar por acabado el trabajo. Se excluyen: las pruebas de aceptación del material; las verificaciones pre- y post-intervención; conectores e inyecciones de los mismos y todos los costes necesarios para su realización; todos los medios auxiliares necesarios para la ejecución de los trabajos. El precio es por unidad de superficie del zuncho armado efectivamente realizado.

1 Extensión de la primera capa de GEOCALCE F ANTISISMICO y colocación del tejido GEOSTEEL.



2 Extensión de la segunda capa de GEOCALCE F ANTISISMICO.



3 Colocación de los elementos de ladrillo.



4 Realización y preparación del agujero previsto para la instalación del conector a chicote.



5 Inserción del conector a chicote realizado con tejido GEOSTEEL.

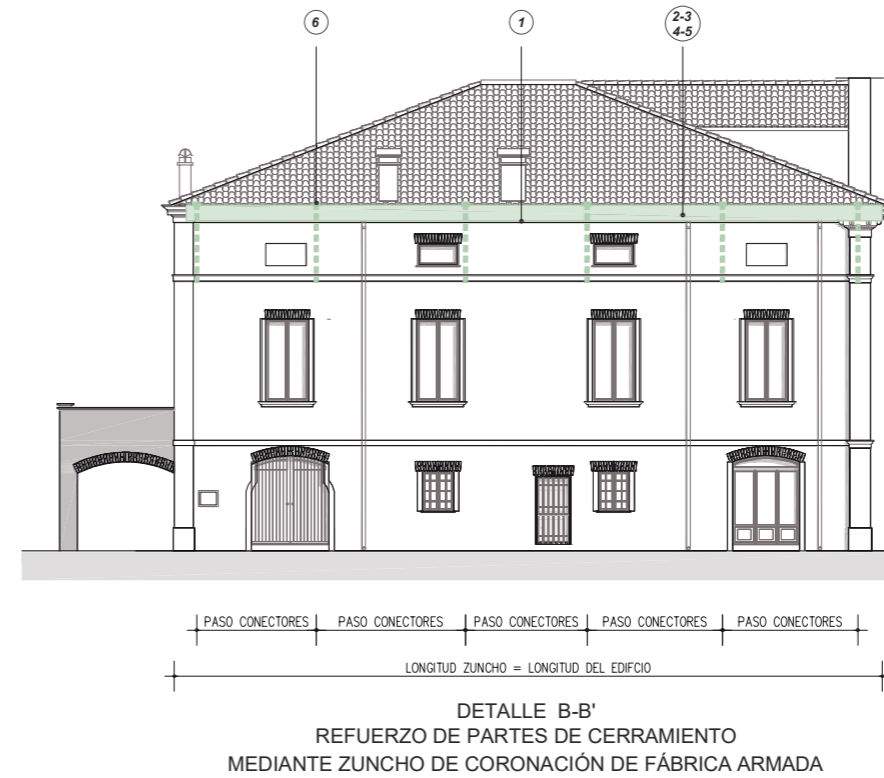


6 Anclaje del conector con GEOCALCE FL ANTISISMICO.

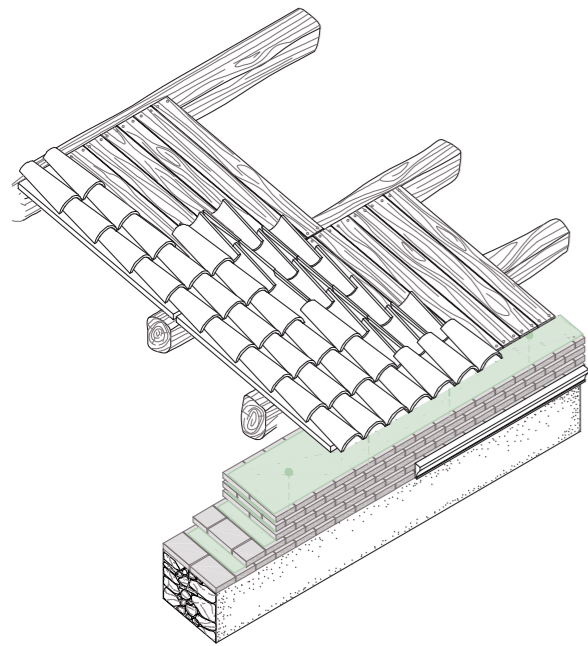


# 29

CONSOLIDACIÓN Y REFUERZO DE PARTES DE CERRAMIENTO MEDIANTE LA REALIZACIÓN DE ZUNCHOS DE FÁBRICA ARMADA MEDIANTE INTERPOSICIÓN EN LAS LLAGAS DE BANDAS DE TEJIDO DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO Y GEOMORTERO A BASE DE CAL HIDRÁULICA NATURAL

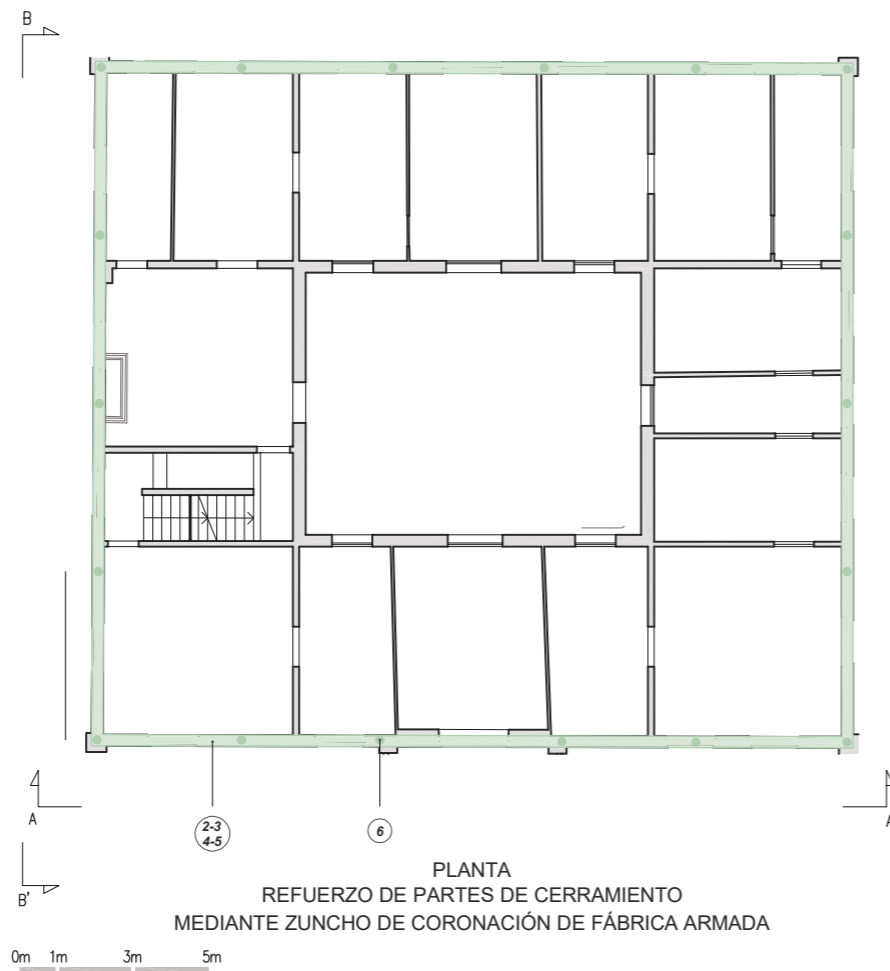


- 1 LIMPIEZA DE LA SUPERFICIE, REALIZAR POSIBLE APLICACIÓN DE CONSOLIDANTE CORTICAL TIPO **BIOCALCE SILICATO CONSOLIDANTE** O **RASOBUILD ECO CONSOLIDANTE**, POSIBLE RECONSTRUCCIÓN VOLUMÉTRICA GENERANDO UNA CONTINUIDAD EN LOS MATERIALES Y EVENTUAL REGULARIZACIÓN DE LA SUPERFICIE CON GEOMORTERO
- 2 EXTENDER SOBRE EL SOPORTE UN ESPESOR MÍNIMO DE 3-5 mm DE **GEOCALCE F ANTISISMICO** PARA INSTALAR Y EMBEBER EL TEJIDO DE REFUERZO
- 3 INSTALACIÓN DE TEJIDO **GEOSTEEL G600** O **GEOSTEEL G1200** DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO  
Consultar TABLA 26 para mayor información sobre el proyecto y la forma de instalación de las bandas **GEOSTEEL**.
- 4 SEGUNDA MANO DE **GEOCALCE F ANTISISMICO** DE ESPESOR 2-5 mm
- 5 LLAGUEADO DE LA FÁBRICA
- 6 CONECTORES MECÁNICOS A CHICOTE **GEOSTEEL G600/G1200** INYECTADOS CON MORTERO FLUIDO **GEOCALCE FL ANTISISMICO**  
Consulte el APÉNDICE B para más información

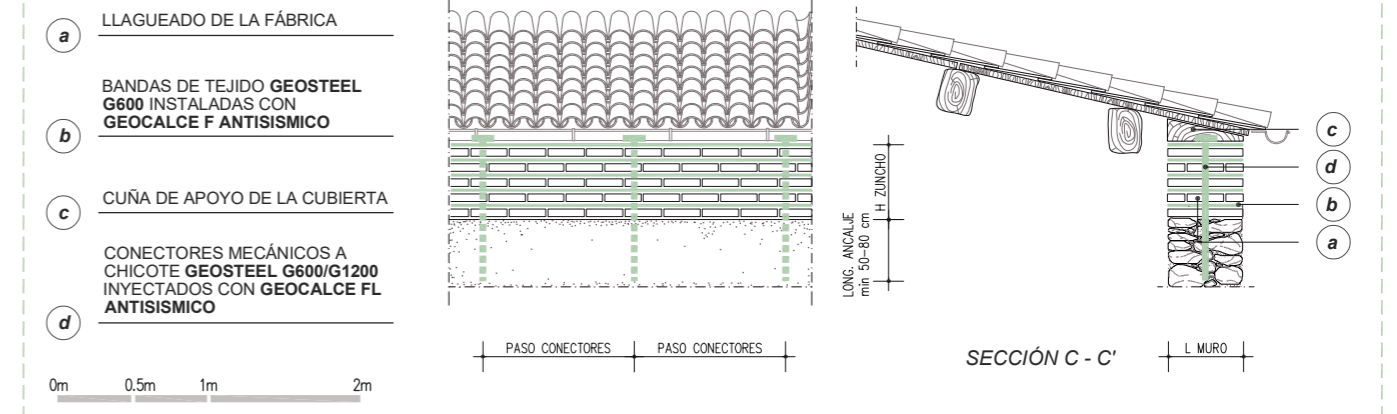


VISTA AXONOMÉTRICA  
ZUNCHO DE CORONACIÓN ARMADO

**NOTA**  
Colocar un zuncho de coronación en el edificio permite mejorar el comportamiento solidario y de conexión de los muros ortogonales, reducir los empujes producidos por la cubierta y distribuir los esfuerzos horizontales derivados de las acciones sísmicas, sin modificar sustancialmente el comportamiento original de la construcción histórica de mampostería.



### DETALLE DEL ANCLAJE



### CUADRO NORMATIVO

#### REALIZACIÓN DE ZUNCHO DE CORONACIÓN

Entre las técnicas de refuerzo de las estructuras de piedra y/o mampostería se deben tener en cuenta los zunchos de coronación realizados de fábrica armada mediante sistemas FRCM. Se aplican sobre la superficie horizontal, coincidiendo con la llaga de mortero entre hiladas de elementos de piedra o ladrillo (Figuras 2.7 y 2.8). El tejido FRCM se coloca en varias capas con el fin de proporcionar resistencia a tracción y a flexión del zuncho, sin variar significativamente la rigidez de los muros. El zuncho, en general, se realiza para cualquier espesor de muro y el sistema de refuerzo FRCM se aplica para el mismo espesor. [...]  
La resistencia a tracción del zuncho puede tenerse en cuenta en la verificación de los mecanismos locales de colapso con la condición que, coincidiendo con intersecciones o esquinas entre muros, se realice una superposición del tejido de refuerzo en todo el espesor del zuncho y que éste no sea inferior a 300 mm, adoptando, si fuera posible, anclajes cuya eficacia se encuentre demostrada por su correspondiente campaña experimental (§ 9). Además, la transferencia del esfuerzo a tracción del zuncho al muro debe garantizarse por medio de los adecuados anclajes verticales. (CNR - DT 215/2018 §4.3)

#### Encadenamiento de forjado y coronación

Para aumentar los factores de seguridad frente al colapso asociados a movimientos de vuelco de macroelementos de muro es posible realizar un encadenamiento externo realizado con bandas de tejido que rodean el edificio.  
También es posible realizar zunchos de coronación de fábrica armada insertando en los tendeles los tejidos de refuerzo. (CNR - DT 215/2018 §2.2.1.3)

#### Conexiones de los muros entre ellos y a los forjados

Los **zunchos de coronación** pueden constituir una solución eficaz, ya sea para conectar los muros en una zona donde la mampostería es menos resistente a cortante debido a su bajo nivel de compresión o sea por sufrir empujes de la cubierta. La conexión del zuncho con el muro existente puede realizarse, en ausencia de soluciones más efectivas y menos invasivas, mediante perforaciones armadas con barras metálicas, protegidas o inoxidables, o de otros materiales resistentes a tracción, eficazmente anclados al muro. (Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.7.4 - 2)

# 30

## Realización de encadenamientos de fachada mediante instalación de bandas de tejido de fibra de acero galvanizado y geomortero a base de cal hidráulica natural



### PRESCRIPCIÓN

- Preparación del soporte. Limpiar la superficie hasta dejar vistos los elementos estructurales y realizar el sellado y reparación de las posibles lesiones presentes con el uso de material idóneo y uso del geomortero GEOCALCE F ANTISISMICO compatible con el mortero existente, a modo de reparar la continuidad estructural y estética. Realizar posible aplicación de consolidante fijador cortical tipo BIOCALCE SILICATO CONSOLIDANTE o RASOBUILD ECO CONSOLIDANTE, en el caso de soportes de yeso aislar preventivamente con RASOBUILD ECO CONSOLIDANTE. Concluir con la limpieza del muro con aire a presión y posterior aspiración de los residuos.
- Aplicación del sistema de refuerzo. En correspondencia con la cota de forjado o en proximidad de la cota de posicionamiento de las cadenas tradicionales, se llevarán a cabo encadenados, con un sistema compuesto realizado con bandas de tejido GEOSTEEL G600 instaladas con GEOCALCE F ANTISISMICO y ancladas a las paredes perpendiculares inclinadas y que no están bien ensambladas. Extender una primera mano de GEOCALCE F ANTISISMICO igual a 3 -5 mm, donde embeber el tejido de fibra de acero galvanizado GEOSTEEL G600 ejerciendo presión enérgica con la llana. Posteriormente realizar la capa final de GEOCALCE F ANTISISMICO, de un espesor medio igual a 2 - 5 mm, con el objetivo de embeber totalmente el refuerzo y tapar posibles huecos subyacentes. En proximidad de los muros con falta de vinculación, generalmente uno de los muros perimetrales, allí donde la banda de refuerzo instalada sobre el muro de carga, realizar el número de agujeros de diámetro adecuado, suficientes para permitir el paso en continuidad de la banda al exterior, a modo de realizar el anclaje deseado. Por cada agujero se considera un ancho máximo de 10 cm de banda. Proceder, entonces, al "desfibrado" de la parte terminal de la banda de fibra de acero GEOSTEEL insertándola en el agujero y desfibrándola en el exterior y cerrándola con ayuda del INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL de polipropileno y fibra de vidrio. En caso de combinación de refuerzo por bandas a la altura del forjado y vuelco de fachada, anclar mecánicamente las bandas de encadenamiento sobre las bandas a la altura del forjado. Para consolidar aún más los muros objeto del refuerzo y garantizar la colaboración entre muro y conectores metálicos, efectuar una inyección a baja presión (menor de 1,5 bar) de geomortero hiperfluido GEOCALCE FL ANTISISMICO, previa humectación de los soportes, utilizando, como orificio de entrada, el agujero anteriormente usado para la inserción del conector.
- ENFOSCADO. Realizar el posible enfoscado mediante GEOCALCE TENACE: enfoscado técnico compuesto clase M5, de matriz mineral constituido por cal hidráulica natural NHL y Geoligante, con textura de tecnología TPI 3D, transpirable, sin riesgo de fisuración, aplicable también en alto espesor hasta los 30 mm en una sola mano.

### ADVERTENCIAS

Cuando por exigencias técnicas el tejido GEOSTEEL G600 no resultara suficientemente satisfactorio a las comprobaciones, es posible sustituirlo con GEOSTEEL G1200.

Consultar la TABLA 25A para conocer la modalidad de instalación y las prestaciones mecánicas del sistema de conexión a chicote, realizado con la gama de tejidos GEOSTEEL en combinación con el taco de polipropileno armado en fibra de vidrio INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL.

### ESPECIFICACIÓN DE PROYECTO

Realización de encadenamientos de fachada en bandas, mediante sistema compuesto con matriz inorgánica SRG (Steel Reinforced Grout), provisto de Marcado CE a través de Evaluación Técnica Europea (ETA) según el art. 26 del Reglamento de la UE n. 305/2011 o según certificación internacional validada, realizado con tejido unidireccional de fibra de acero galvanizado de altísima resistencia, formado por micro-cables de acero producidos según norma ISO 16120-1/4 2017, fijados sobre una micro-malla de fibra de vidrio, peso neto de fibra aprox. a 670 g/m<sup>2</sup> - tipo GEOSTEEL G600 de Kerakoll - características técnicas certificadas: resistencia a tracción valor característico > 3000 MPa; módulo elástico > 190 GPa; deformación última a rotura > 1,5%; área efectiva de un cable 3x2 (5 hilos) = 0,538 mm<sup>2</sup>; n° cables por cm = 1,57 con envoltorio de hilos de elevado ángulo de torsión conforme a la norma ISO/DIS 17832; espesor equivalente de la banda = 0,084 mm. Para el embebido de las bandas aplicar geomortero de altísima higroscopicidad y transpirabilidad a base de cal hidráulica natural NHL 3.5 y Geoligante mineral, áridos de arena silicea y calizas dolomíticas de curva granulométrica 0 - 1,4 mm, GreenBuilding Rating 5 - tipo GEOCALCE F ANTISISMICO de Kerakoll - características técnicas certificadas: alta eficacia en la reducción de los contaminantes en el interior, no permite el desarrollo bacteriano (Clase B+) ni fungoso (Clase F+) medida con método CSTB, certificado con bajísimas emisiones COVs con conformidad EC 1 - R Plus GEV-Emicode, emisiones de CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, contenido de minerales reciclados ≥ 30%. El geomortero está provisto de marcado CE, clase del mortero M15 (EN 998/2), clase de resistencia R1 PCC (EN 1504-3), reacción al fuego clase A1 (EN 13501 - 1), permeabilidad al vapor de agua de 15 a 35 (EN 1745), resistencia a compresión a los 28 días ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo elástico 9 GPa (EN 13412), adhesión al soporte a los 28 días > 1,0 N/mm<sup>2</sup> - FP: B (EN 1015-12). La actuación se desarrollará en las siguientes fases: preparación de las superficies interesadas mediante eliminación del enfoscado existente y limpieza del soporte; extensión de una primera mano de geomortero, de espesor aprox. de 3 - 5 mm; con el mortero aún fresco, proceder a la colocación del tejido de fibra de acero galvanizado de altísima resistencia, garantizando una completa impregnación del tejido y evitando la formación de posibles huecos que puedan comprometer su adhesión; ejecución de la segunda capa de geomortero, en un espesor de aprox. 2 - 5 mm para embeber totalmente el tejido de refuerzo y tapar todos los huecos subyacentes; repetición de las fases de aplicación del tejido y geomortero para todas las capas sucesivas de refuerzo previstas por el proyecto; inserción de tejido desfibrado para el anclaje terminal y encadenamiento de las bandas para realizar la conexión entre los muros que sufren de vuelco y los portantes sobre los que se instala la banda, previa: realización del agujero de ingreso de las dimensiones adecuadas, confección del conector metálico mediante corte, "desfibrado" y enrollado final del tejido de fibra de acero, inserción del conector en el interior del agujero y cierre del mismo con el taco - tipo INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL de Kerakoll - de polipropileno y fibra de vidrio, a través del cual realizar la posterior inyección a baja presión de geomortero de altísima higroscopicidad y transpirabilidad, hiperfluido, de elevada retención de agua a base de cal hidráulica natural NHL 3,5 y Geoligante mineral, de intervalo granulométrico 0-100 µm, GreenBuilding Rating 5, provisto de marcado CE - tipo GEOCALCE FL ANTISISMICO de Kerakoll - características técnicas certificadas: alta eficacia en la reducción de los contaminantes en el interior, no permite el desarrollo de bacterias (Clase B+) ni de hongos (Clase F+) medida con método CSTB, certificado con bajísimas emisiones COVs con conformidad EC 1 Plus GEV-Emicode, emisiones CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, contenido de minerales reciclados ≥ 30%. El geomortero natural está provisto con marcado CE, clase del mortero M15 (EN 998/2), reacción al fuego A1 (EN 13501-1), permeabilidad al vapor de agua de 15 a 35 (EN 1745), resistencia a compresión a los 28 días ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo elástico 9,5 GPa (EN 13412), resistencia al arrancamiento de las barras de acero ≥ 3,5 MPa (RILEM-CEB-FIPRC6-78); fijación de los cables "desfibrados" con el mismo geomortero empleado como matriz del encamisado de refuerzo - tipo GEOCALCE F ANTISISMICO de Kerakoll. Están incluidos el suministro y puesta en obra de todos los materiales arriba descritos y todo lo necesario para dar por acabado el trabajo. Se excluyen: posible eliminación del enfoscado existente y la limpieza de las zonas degradadas y reparadas del soporte; la inserción del tejido desfibrado para el anclaje de la extremidad y el encadenamiento de las bandas; las pruebas de aceptación del material; las investigaciones previas y posteriores a la intervención; todos los medios auxiliares necesarios para la ejecución de los trabajos. El precio es por unidad de superficie de refuerzo efectivamente puesto en obra incluidos los solapes.

### 1

Realización de los agujeros guía.



### 2

Aplicación de la primera mano de GEOCALCE F ANTISISMICO.



### 3

Instalación de las bandas de tejido de fibra de acero GEOSTEEL.



### 4

Desfibrado parte final GEOSTEEL en fachada sobre banda ya instalada.



### 5

Instalación de INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL.



### 6

Anclaje del tejido desfibrado con GEOCALCE FL ANTISISMICO y cierre del agujero con inyección de la tapa específica suministrada.

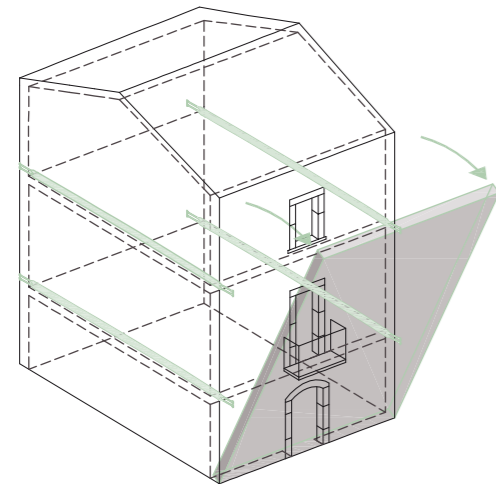




# 30

REALIZACIÓN DE ENCADENAMIENTOS DE FACHADA MEDIANTE INSTALACIÓN DE BANDAS DE TEJIDO DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO Y GEOMORTERO A BASE DE CAL HIDRÁULICA NATURAL

Geoforce one  
Software



VISTA AXONOMÉTRICA EDIFICIO CON ENCADENAMIENTO DE FACHADA

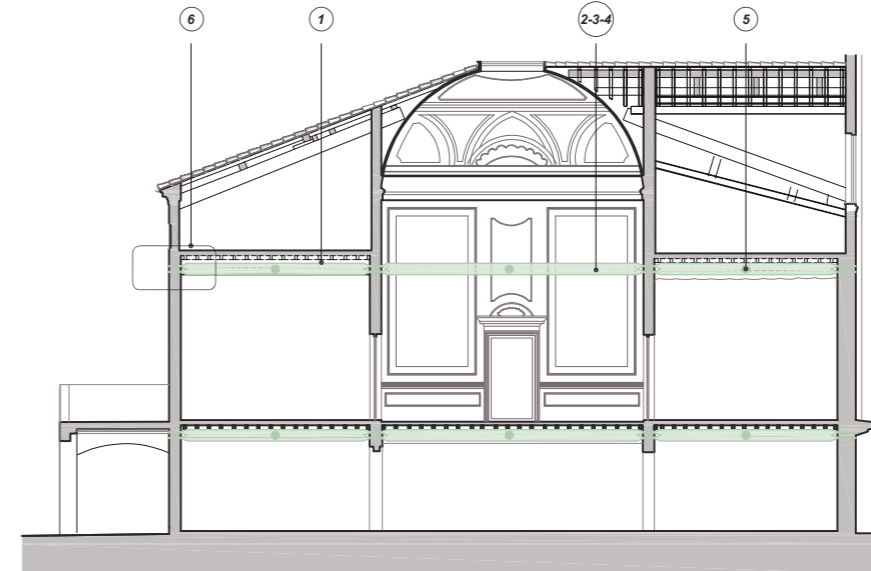
**NOTA**  
Cabe señalar que colocar una cadena modifica el comportamiento mecánico original del edificio histórico, por lo tanto, será necesario analizar sucesivamente la estructura para identificar los mecanismos de daño.  
La cadena transfiere a los muros transversales la fuerza que ha provocado el vuelco del muro, además, se debe poner atención a la colocación de la misma para que no se coloque sobre puntos débiles o genere concentración de tensiones donde sean particularmente dañinas.

POWERED BY **kerakoll** ENGINEERED BY **ASDEA**



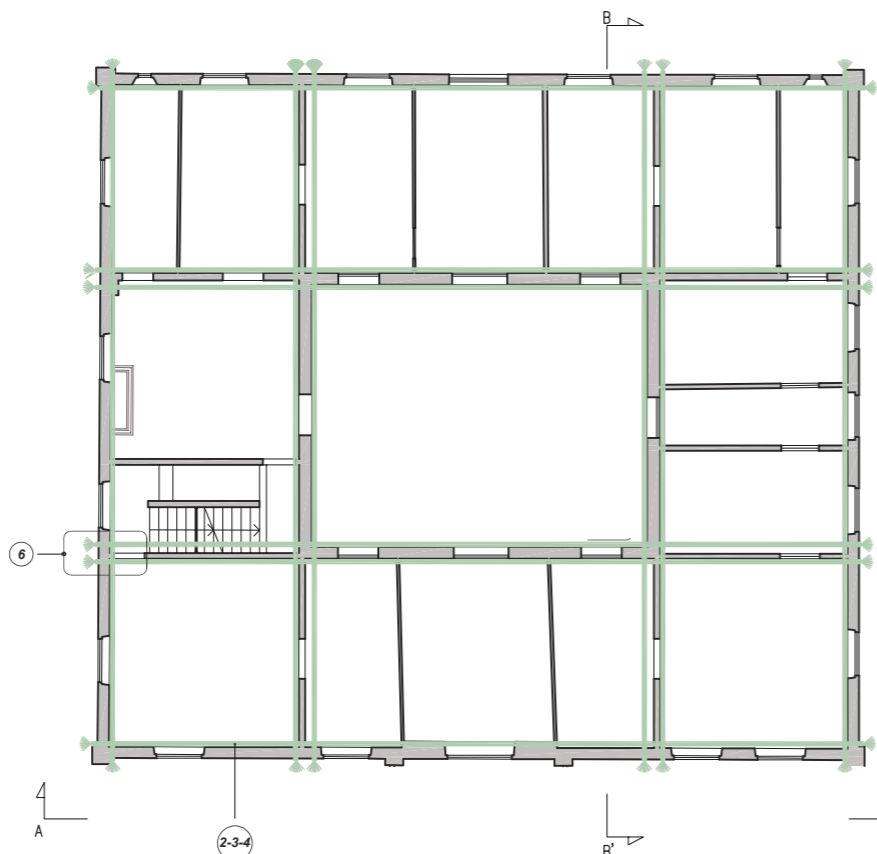
DETALLE A-A'  
REFUERZO DE PARTES DE CERRAMIENTO  
MEDIANTE ENCADENAMIENTO DE FACHADA CON GEOSTEEL G600/G1200

0m 1m 3m 5m



SECCIÓN B-B'  
REFUERZO DE PARTES DE CERRAMIENTO  
MEDIANTE ENCADENAMIENTO DE FACHADA CON GEOSTEEL G600/G1200

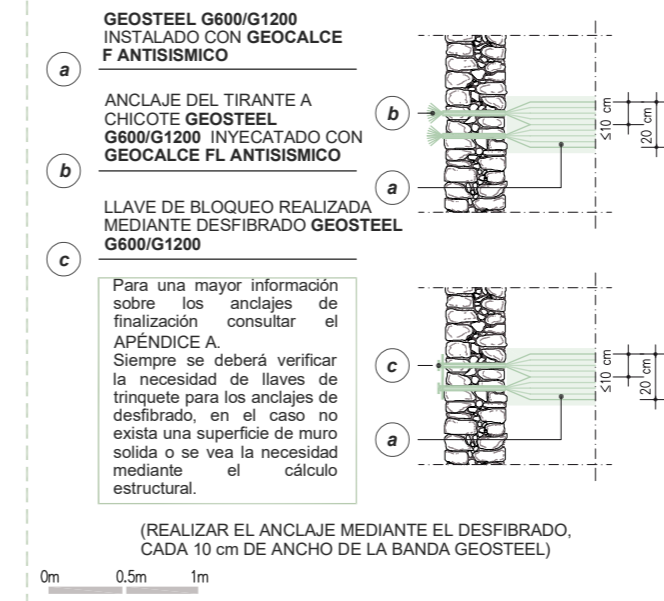
- 1 PREPARACIÓN DEL SOPORTE: LIMPIEZA DE LA SUPERFICIE, DE SER NECESARIO, APLICAR EL CONSOLIDANTE CORTICAL TIPO **BIOCALCE SILICATO CONSOLIDANTE** O **RASOBUILD ECO CONSOLIDANTE**, POSIBLE RECONSTRUCCIÓN VOLUMÉTRICA GENERANDO CONTINUIDAD EN LOS MATERIALES Y REGULARIZACIÓN DE LA SUPERFICIE CON **GEOMORTERO**
- 2 EXTENDER SOBRE EL SOPORTE UN ESPESOR MÍNIMO DE 3-5 mm DI **GEOCALCE F ANTISISMICO** PARA INSTALAR Y EMBEBER EL TEJIDO DE REFUERZO
- 3 INSTALACIÓN DE TEJIDO **GEOSTEEL G600** O **GEOSTEEL G1200** DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO  
  
Consultar TABLA 26 para mayor información sobre el proyecto y la forma de instalación de las bandas **GEOSTEEL G600/G1200**.
- 4 SEGUNDA MANO DE **GEOCALCE F ANTISISMICO** DE ESPESOR 2-5 mm
- 5 INSTALACIÓN DE DIÁTONOS A CHICOTE **GEOSTEEL G600/G1200** INYECTADOS CON MORTERO FLUIDO **GEOCALCE FL ANTISISMICO**  
  
Consulte el APÉNDICE B para más información.
- 6 DETALLES DE ANCLAJE: ANCLAJE DE TIRANTE EN FACHADA



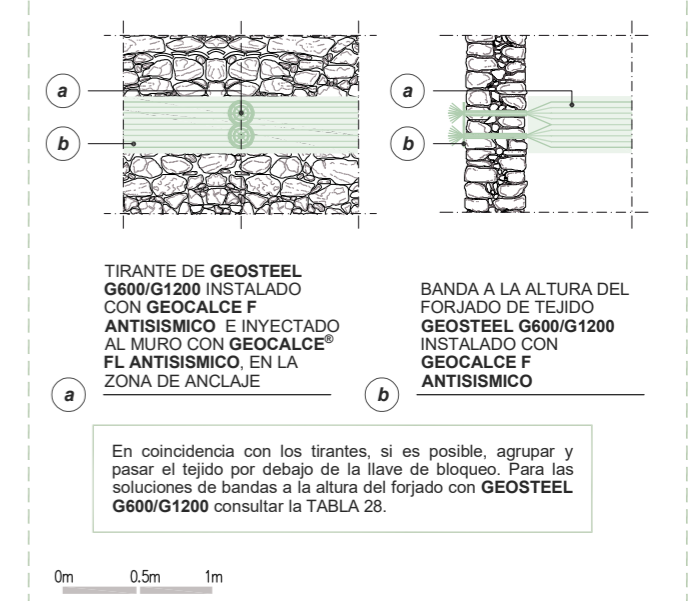
PLANTA  
REFUERZO DE PARTES DE CERRAMIENTO  
MEDIANTE ENCADENAMIENTO DE FACHADA CON GEOSTEEL G600/G1200

0m 1m 3m 5m

### DETALLES DE ANCLAJE



### BANDA A LA ALTURA DEL FORJADO Y ENCADENAMIENTO DE FACHADA



### CUADRO NORMATIVO

Son particularmente eficaces los elementos de conexión entre muros opuestos con el fin de evitar el vuelco y asegurar el funcionamiento solidario del edificio. Con este objetivo pueden emplearse tirantes (o cadenas), sean metálicos o de otros materiales, colocados en las dos direcciones principales del edificio, al nivel del forjado y en correspondencia con los muros portantes. Los tirantes también permiten la formación del mecanismo de amortiguación en las bandas, mejorando la capacidad de acoplamiento de los machones. En alternativa, el funcionamiento solidario del edificio se ve favorecido por el encadenado exterior, que en algunos casos se pueden realizar con elementos metálicos o materiales compuestos, particularmente eficaces en el caso de edificios de planta reducida, como los campanarios, o cuando se realizan los anclajes en correspondencia con encuentros de muros perpendiculares.  
Y en cualquier caso es necesario evitar la aparición de concentración de tensiones en las esquinas del muro.  
(Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.7.4.1 - 2)  
**Encadenamiento de forjado y coronación**  
Para aumentar los factores de seguridad frente al colapso asociados a movimientos de vuelco de macroelementos de muro es posible realizar un encadenamiento externo realizado con bandas de tejido que rodean el edificio.  
También es posible realizar zunchos de coronación de fábrica armada insertando en los tendeles los tejidos de refuerzo.  
(CNR - DT 215/2018 §2.2.1.3)

# 31

## Refuerzo de pilares de mampostería mediante confinamiento con bandas de tejido de fibra de acero galvanizado y geomortero a base de cal hidráulica natural



### PRESCRIPCIÓN

- Preparación de los soportes. Proceder a demoler o eliminar el enfoscado existente y todas aquellas partes inconsistentes o no cohesionadas. Donde haya lesiones o huecos en los muros, es aconsejable volver a coser el tejido mural o inyectar mortero fluido. Eliminar el polvo de los soportes efectuando un lavado con agua a baja presión de todas las superficies involucradas. Realizar las posibles regularizaciones de las superficies anteriormente consolidadas con GEOCALCE F ANTISISMICO, geomortero a base de cal hidráulica natural NHL 3.5 y Geoligante. Realizar posible aplicación de consolidante fijador cortical tipo BIOCALCE SILICATO CONSOLIDANTE o RASOBUILD ECO CONSOLIDANTE, en el caso de soportes de yeso aislar preventivamente con RASOBUILD ECO CONSOLIDANTE. Antes de la aplicación del sistema de refuerzo, proceder al redondeado de las aristas con radio de curvatura de al menos 20 mm.
- Aplicación del sistema de refuerzo. Realizar el sistema de refuerzo estructural de fibra de acero Steel Reinforced Grout (en combinación de fibra de acero y mortero mineral a base de cal hidráulica natural NHL 3.5 y Geoligante) efectuando los encamisados en anillo alrededor de la sección del pilar objeto de la actuación, con un ancho y distancia a establecer por el técnico competente, con la aplicación de una primera mano de GEOCALCE F ANTISISMICO, garantizando sobre el soporte una cantidad de material suficiente (espesor medio 3 - 5 mm) para regularizarlo y para adaptar y embeber el tejido de refuerzo. Posteriormente aplicar sobre la matriz aún fresca el tejido de fibra de acero galvanizado GEOSTEEL G600 dispuesto con las fibras perpendiculares al eje del elemento (preformado en función de la geometría del elemento estructural mediante uso de la PIEGATRICE GEOSTEEL), garantizando el perfecto embebido de la banda en la capa de matriz, ejerciendo presión enérgica con la llana y teniendo la precaución de que el propio mortero fluya a través de los cables para así garantizar una adhesión óptima entre la primera y segunda capa de matriz. En los puntos de unión longitudinal, superponer dos capas de tejido de fibra de acero al menos 30 cm (en caso de refuerzo a confinamiento, realizar la completa superposición en el lado corto del pilar, sino instalar el tejido sobre la mitad de lado corto). Concluir la aplicación con el alisado final protector (espesor medio de 2 - 5 mm) siempre realizado con GEOCALCE F ANTISISMICO, con el objetivo de embeber totalmente el refuerzo y tapar posibles huecos subyacentes. En caso de capas sucesivas a la primera, proceder con la colocación de la segunda capa del tejido sobre la capa de matriz todavía fresca.  
Cuando la relación entre los lados del pilar es mayor a dos, para garantizar un mejor efecto de confinamiento, proceder con la aplicación de sistemas de conexión realizados con GEOSTEEL, en colaboración con INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL, previo el correcto agujereado del paramento, y fijando los mismos mediante GEOCALCE FL ANTISISMICO. Si las obras están en contacto permanente u ocasional con agua.
- ENFOSCADO. Realizar el posible enfoscado mediante GEOCALCE TENACE: enfoscado técnico compuesto clase M5, de matriz mineral constituido por cal hidráulica natural NHL y Geoligante, con textura de tecnología TPI 3D, transpirable, sin riesgo de fisuración, aplicable también en alto espesor hasta los 30 mm en una sola mano.

### ADVERTENCIAS

Cuando por exigencias técnicas el tejido GEOSTEEL G600 no resultara suficientemente satisfactorio a las comprobaciones, es posible sustituirlo con GEOSTEEL G1200.

Actuación compatible con los sistemas deshumidificantes de Kerakoll.

### ESPECIFICACIÓN DE PROYECTO

Refuerzo de pilares de mampostería con encamisado de confinamiento, mediante el uso del sistema compuesto con matriz inorgánica SRG (Steel Reinforced Grout), provisto de Marcado CE a través de Evaluación Técnica Europea (ETA) según el art. 26 del Reglamento de la UE n. 305/2011 o según certificación internacional validada, realizado con tejido unidireccional de fibra de acero galvanizado de altísima resistencia (preformado en función de la geometría del elemento estructural mediante el uso de la plegadora específica certificada), formado por micro-cables de acero producidos según norma ISO 16120-1/4 2017, fijados sobre una micro-malla de fibra de vidrio, peso neto de fibra aprox. a 670 g/m<sup>2</sup> - tipo GEOSTEEL G600 de Kerakoll - características técnicas certificadas: resistencia a tracción valor característico > 3000 MPa; módulo elástico > 190 GPa; deformación última a rotura > 1,5%; área efectiva de un cable 3x2 (5 hilos) = 0,538 mm<sup>2</sup>; n° cables por cm = 1,57 con envoltorio de hilos de elevado ángulo de torsión conforme a la norma ISO/DIS 17832; espesor equivalente de la banda = 0,084 mm, impregnado con geomortero de altísima higroscopicidad y transpirabilidad a base de cal hidráulica natural NHL 3.5 y Geoligante mineral, áridos de arena silícea y calizas dolomíticas de curva granulométrica 0 - 1,4 mm, GreenBuilding Rating 5 - tipo GEOCALCE F ANTISISMICO de Kerakoll - características técnicas certificadas: alta eficacia en la reducción de los contaminantes de interior, no permite el desarrollo de bacterias (Clase B+) ni de hongos (Clase F+) medido con método CSTB, certificado con bajísimas emisiones COVs con conformidad EC 1 Plus GEV-Emicode, emisiones CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, contenido de minerales reciclados ≥ 30%. El geomortero natural provisto con marcado CE, clase del mortero M15 (EN 998/2), clase de resistencia R1 PCC (EN 1504-3), reacción al fuego A1 (EN 13501-1), permeabilidad al vapor de agua de 15 a 35 (EN 1745), resistencia a compresión a los 28 días ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo elástico 9 GPa (EN 13412), adhesión al soporte a los 28 días > 1,0 N/mm<sup>2</sup> - FB: B (EN 1015-12).

La actuación se desarrollará en las siguientes fases: posible preparación de las superficies a reforzar, mediante demolición y eliminación del enfoscado existente, reparación de posibles lesiones mediante cosido y/o consolidación con inyecciones de mortero fluido y eliminación del polvo final; extensión de una primera mano de geomortero, de espesor de aproximadamente 3 - 5 mm; con el mortero aún fresco, proceder a la colocación del tejido de acero galvanizado de altísima resistencia, teniendo la precaución de garantizar una completa impregnación del tejido y evitar la formación de posibles huecos o burbujas de aire que puedan comprometer la adhesión del tejido a la matriz o al soporte; ejecución de la segunda capa de geomortero, en un espesor de aproximadamente 2 - 5 mm con el objetivo de embeber totalmente el tejido de refuerzo y tapar todos los huecos subyacentes; posible repetición de las fases de aplicación del tejido y geomortero para todas las capas sucesivas de refuerzo previstas por el proyecto; posible aplicación de sistemas de conexión realizados con tejido unidireccional de fibra de acero confeccionados de forma adecuada, en combinación con el inyector/conector de plástico, previa perforación adecuada del muro y anclado de los mismos con la posterior inyección de mortero fluido, en los casos en los que la relación entre lados del pilar sea mayor a dos. Están incluidos el suministro y puesta en obra de todos los materiales arriba descritos y todo lo necesario para dar por acabado el trabajo. Se excluyen: posible eliminación del enfoscado existente y la limpieza de las zonas degradadas y reparadas del soporte; los conectores y la inyección de los mismos y todos los costes necesarios para su realización, las pruebas de aceptación del material; las investigaciones previas y posteriores a la intervención; todos los medios auxiliares necesarios para la ejecución de los trabajos.

El precio es por unidad de superficie de refuerzo efectivamente puesto en obra incluidos los solapes.

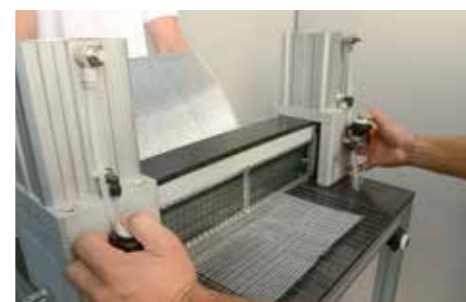
1 Redondeado de las aristas y preparación de las superficies.



2 Replanteo de las zonas de tejido donde efectuar los doblados.



3 Doblado del tejido de fibra de acero GEOSTEEL.



4 Mojado del soporte.



5 Aplicación de la primera mano de GEOCALCE F ANTISISMICO.



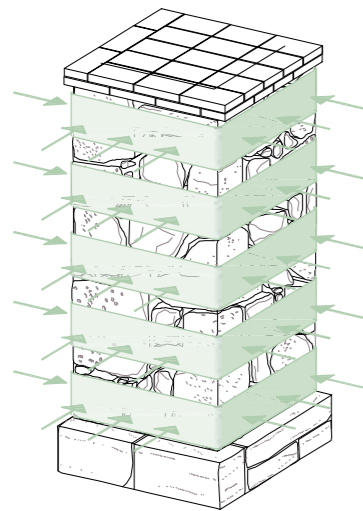
6 Instalación del tejido de fibra de acero GEOSTEEL y aplicación de la segunda mano de GEOCALCE F ANTISISMICO.



# 31

REFUERZO DE PILARES DE MAMPOSTERÍA MEDIANTE CONFINAMIENTO CON BANDAS DE TEJIDO DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO Y GEOMORTERO A BASE DE CAL HIDRÁULICA NATURAL

Geoforceone  
Software

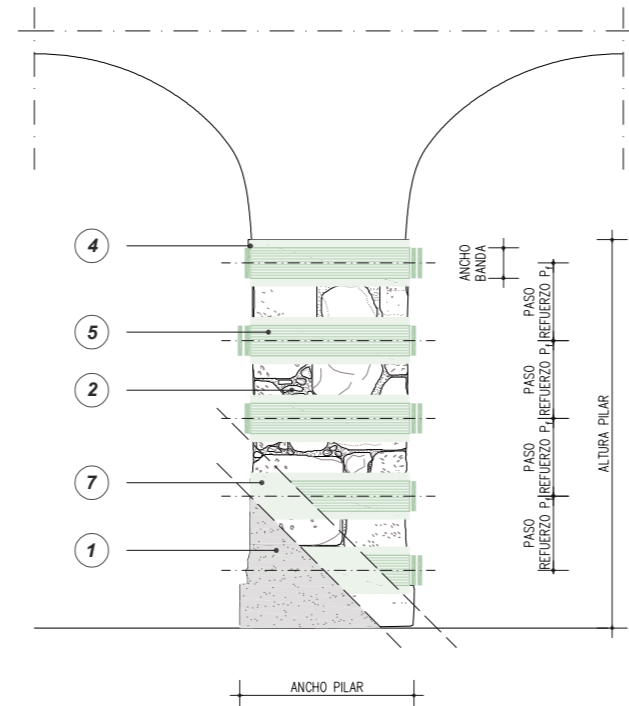


VISTA AXONOMÉTRICA CONFINAMIENTO DEL PILAR CON GEOSTEEL G600/G1200

**NOTA**

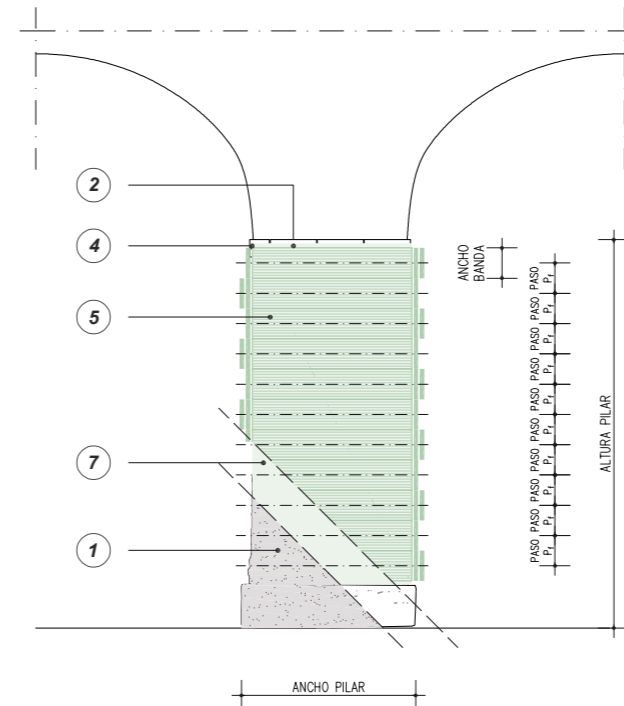
Los diseños representan, a modo de ejemplo, un aparejo en piedra, aunque el esquema es idéntico si se encuentra en presencia de fabricas de ladrillo o toba. En presencia de mampostería caótica es siempre recomendable efectuar una actuación combinada con inyecciones de mortero (TABLA 24).

POWERED BY **kerakoll** ENGINEERED BY **ASDEA**

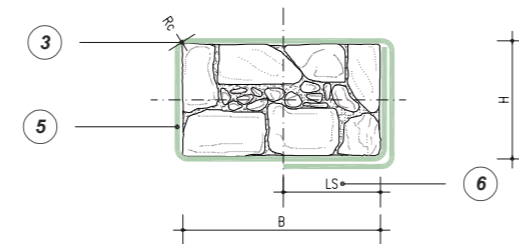


DETALLE CONFINAMIENTO DEL PILAR EN DISCONTINUO CON BANDAS GEOSTEEL G600/G1200

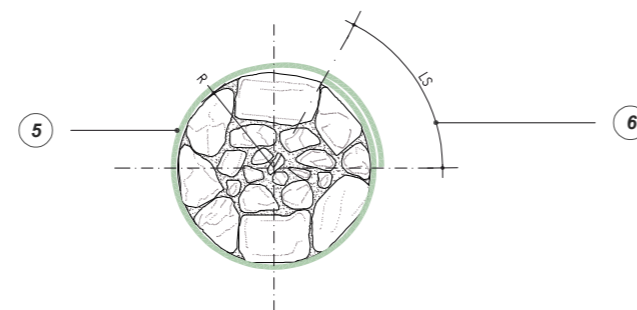
0m 0.5m 1m 2m



DETALLE CONFINAMIENTO DEL PILAR EN CONTINUO CON BANDAS GEOSTEEL G600/G1200



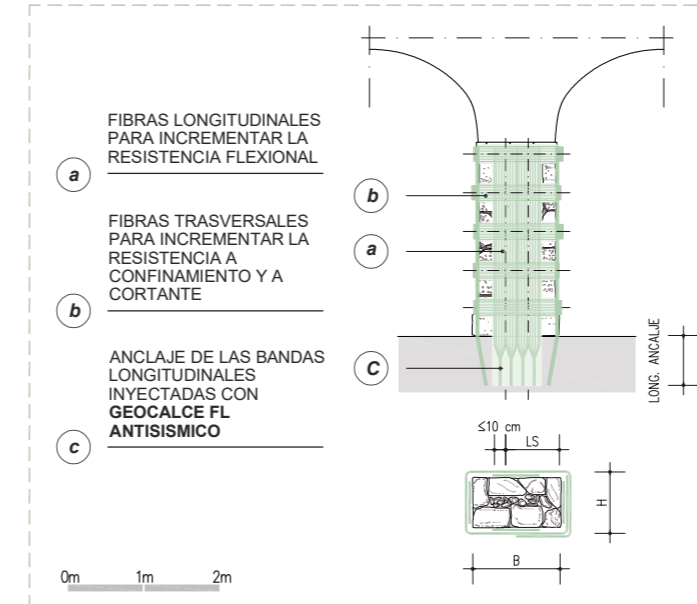
PLANTA SECCIÓN RECTANGULAR CONFINAMIENTO DEL PILAR EN DISCONTINUO CON BANDAS GEOSTEEL G600/G1200



PLANTA SECCIÓN CIRCULAR CONFINAMIENTO DEL PILAR EN DISCONTINUO CON BANDAS GEOSTEEL G600/G1200

0m 0.5m 1m 2m

REFUERZO A FLEXOCOMPRESIÓN



CUADRO NORMATIVO

**Confinamiento de pilares de mampostería**

El encamisado de elementos sometidos a compresión centrada o en presencia de pequeña excentricidad permite aumentar la ductilidad del elemento y aumentar la capacidad portante. Los confinamientos pueden realizarse en continuo o con bandas en discontinuo. (CNR - DT 215/2018 §2.2.1.4)

**Intervenciones sobre pilares y columnas**

Teniendo presente que los pilares y las columnas esencialmente soportan cargas verticales con pequeña excentricidad, las intervenciones tienden generalmente a:  
- mejorar la resistencia a compresión simple con, por ejemplo, encamisado;  
- eliminar posibles empujes horizontales producidos por elementos que apoyan sobre ellos.  
En presencia de acciones sísmicas, las columnas y pilares de mampostería, o también, monolíticos deben, no solo ser preservados por fuerzas horizontales, sino también tener impedida la rotación en coronación. (Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.7.4 - 6)

\* Normativa de comprobada validez

1 POSIBLE ELIMINACIÓN Y RECONSTRUCCIÓN DEL ENFOSCADO DESPUÉS DE LA ACTUACIÓN DE REFUERZO

2 PREPARACIÓN DEL SOPORTE: LIMPIEZA DE LA SUPERFICIE DEL PILAR, POSIBLE APLICACIÓN DEL CONSOLIDANTE CORTICAL TIPO **BIOCALCE® SILICATO CONSOLIDANTE** O **RASOBUILD® ECO CONSOLIDANTE**. POSIBLE RECONSTRUCCIÓN VOLUMÉTRICA GENERANDO UNA CONTINUIDAD EN LOS MATERIALES Y EVENTUAL REGULARIZACIÓN DE LA SUPERFICIE CON **GEOCALCE® F ANTISISMICO**

3 REDONDEO DE LAS ARISTAS  $R_c$

Antes de la aplicación del sistema FRCM es conveniente redondear los bordes de la sección, con el fin de evitar posibles concentraciones de tensiones en estos, las cuales podrían provocar una rotura prematura del sistema. El radio de curvatura de la arista deberá de cumplir con la siguiente limitación:  $r_c \geq 20 \text{ mm}$  (CNR - DT 215/2018 § 4.4.2)\*

4 APLICACIÓN SOBRE EL SOPORTE DE UN ESPESOR MÍNIMO DE 3-5 mm DE **GEOCALCE® F ANTISISMICO** PARA INSTALAR Y EMBEMBER EL TEJIDO DE REFUERZO

5 INSTALACIÓN DE TEJIDO **GEOSTEEL G600** O **GEOSTEEL G1200** COLOCADO CON LAS FIBRAS PERPENDICULARES AL EJE DEL ELEMENTO

El confinamiento mediante FRCM de elementos con sección cuadrada o rectangular solo logra aumentos moderado de la resistencia a compresión. Por lo tanto, dichas soluciones deben ser cuidadosamente examinadas y analizadas. A falta de pruebas experimentales adecuadas, que demuestren su eficacia, no se considerará el efecto del confinamiento externo en secciones rectangulares para las que  $b/h > 2$  siendo b la dimensión más grande y h el tamaño de la sección más pequeño. (CNR - DT 215/2018 § 4.4.2)\*

6 APLICACIÓN DEL TEJIDO CON UNA LONGITUD DE SOLAPE  $L_s$  PARA GARANTIZAR EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DEL REFUERZO

Se recomiendan longitudes de anclaje de al menos 30 cm. Para más información sobre la superposición de las capas de tejido consultar el APÉNDICE A.

7 ACABADO FINAL PROTECTOR CON **GEOCALCE F ANTISISMICO** (ESPESOR 2-5 mm), PARA EMBEMBER EL REFUERZO Y TAPAR LOS POSIBLES HUÉCOS. ES NECESARIO GARANTIZAR, TANTO LA MADURACIÓN DE LA CAPA INICIAL COMO DE LA FINAL, LA CUAL SE APLICA CUANDO LA ANTERIOR SE ENCUENTRA AÚN FRESCA

# 32

## Refuerzo de pilares de fábrica caravista mediante confinamiento puntual con barras helicoidales de acero inoxidable insertadas en seco

### PRESCRIPCIÓN

1. Preparación de los soportes. No están previstos procedimientos particulares de preparación de los soportes, permaneciendo, sin embargo, a la discreción de la dirección facultativa eventuales tratamientos preparatorios de los pilares.
2. Realización del agujero guía. Realizar el refuerzo de pilares de fábrica caravista con cosido en seco mediante la realización de un agujero guía de diámetro adecuado en función de la consistencia del soporte y longitud, posiblemente igual a la longitud de la barra helicoidal de cosido a instalar o al espesor del elemento a reforzar.
3. Instalación de la barra. Instalar la barra STEEL DRYFIX 10 en el interior del agujero mediante la herramienta específica MANDRINO STEEL DRYFIX 10-12. Montar el mandril en el taladro a percusión con conexión SDS Plus e insertar la barra en el mismo. Proceder con la fijación de la barra usando solamente el modo percusión del taladro y con la presión realizada manualmente. Insertar la barra en el soporte hasta el anclado completo de la misma. El paso horizontal y vertical de las barras debe determinarse por el técnico competente. En el caso de columnas circulares se sugiere la disposición radial, teniendo la precaución de desplazar verticalmente unos pocos centímetros, lo mismo se aplica para pilares cuadrados o rectangulares cuando el refuerzo se aplica sobre lados ortogonales entre ellos.
4. Sellado del agujero. Al terminar la inserción de la barra, sellar con el mortero adecuado (GEOCALCE G ANTISISMICO, GEOCALCE F ANTISISMICO o BIOCALCE PIEDRA) la parte final del agujero, a modo de garantizar el perfecto sellado de este último y una perfecta adherencia entre la barra y el soporte también en la parte inicial.
5. Control de calidad sobre la capacidad portante de las barras instaladas. Para saber las prestaciones de adherencia/extracción de las barras helicoidales STEEL DRYFIX en diferentes tipos de soportes, se aconseja realizar una prueba pull-out en obra mediante el adecuado extractor certificado de Kerakoll. Realizado dicha evaluación es posible dimensionar de forma más detallada la actuación.

### ADVERTENCIAS

En caso de muros particularmente incoherentes e inconsistentes, es posible asociar el cosido en seco con la inyección de geomortero hiperfluido GEOCALCE FL ANTISISMICO a través de una micro-cánula instalada en la cabeza de la barra.

El proyectista puede elegir, en base a las exigencias de proyecto, de utilizar las barras STEEL DRYFIX 8 o STEEL DRYFIX 12 instaladas usando el mandril adecuado.

### ESPECIFICACIÓN DE PROYECTO

Refuerzo de pilares de fábrica caravista, mediante confinamiento puntual y cosido en seco con barras helicoidales certificadas EN 845-1 de acero inoxidable AISI 304 - AISI 316, provistas de marcado CE, instaladas en el adecuado agujero guía en el elemento estructural, previo posible tratamiento de reparación de las superficies dañadas, provistas y puestas en obra mediante el correcto mandril a percusión, -tipo STEEL DRYFIX 10 de Kerakoll - características técnicas certificadas: carga de rotura a tracción  $\geq 16,2$  kN; carga de rotura a cortante  $\geq 9,5$  kN; módulo elástico  $\geq 150$  GPa; deformación última a rotura  $\geq 3\%$ ; área nominal  $15,5$  mm<sup>2</sup>.

La actuación se desarrollará en las siguientes fases: posible tratamiento de reparación de las superficies dañadas; realización del agujero guía del diámetro adecuado en función de la longitud de la barra y de la naturaleza del material de soporte; instalación de la barra en el interior del agujero (número, profundidad de anclaje, distancia, a decisión del técnico competente) mediante el mandril específico - tipo MANDRINO STEEL DRYFIX 10-12 de Kerakoll -; posible sellado del agujero con geomortero de altísima higroscopicidad y transpirabilidad, a base de cal hidráulica natural NHL 3.5 y Geoligante mineral, áridos de arena silícea y calizas dolomíticas con curva granulométrica 0 - 1,4 mm, GreenBuilding Rating 5, - tipo GEOCALCE F ANTISISMICO de Kerakoll - características técnicas certificadas: alta eficacia en la reducción de los contaminantes de interior, no permite el desarrollo de bacterias (Clase B+) ni de hongos (Clase F+) medida con método CSTB, certificado con bajísimas emisiones COVs con conformidad EC 1 - R Plus GEV-Emicode, emisiones CO<sub>2</sub>  $\leq 250$  g/kg, contenido de minerales reciclados  $\geq 30\%$ . El geomortero natural provisto con marcado CE, clase del mortero M15 (EN 998/2), clase de resistencia R1 PCC (EN 1504-3), reacción al fuego A1 (EN 13501-1), permeabilidad al vapor de agua de 15 a 35 (EN 1745), resistencia a compresión a los 28 días  $\geq 15$  N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo elástico 9 GPa (EN 13412), adhesión al soporte a los 28 días  $> 1,0$  N/mm<sup>2</sup> - FB: B (EN 1015-12).

El precio es por unidad de barra efectivamente puesta en obra. Están incluidos el suministro y puesta en obra de todos los materiales arriba descritos y todo lo necesario para dar por acabado el trabajo. No se incluyen: la posible limpieza de las zonas degradadas y la reparación del soporte; las pruebas de aceptación del material; las verificaciones pre- y post- intervención; todos los medios auxiliares necesarios para la ejecución de los trabajos.

1

Realización del agujero guía.



2

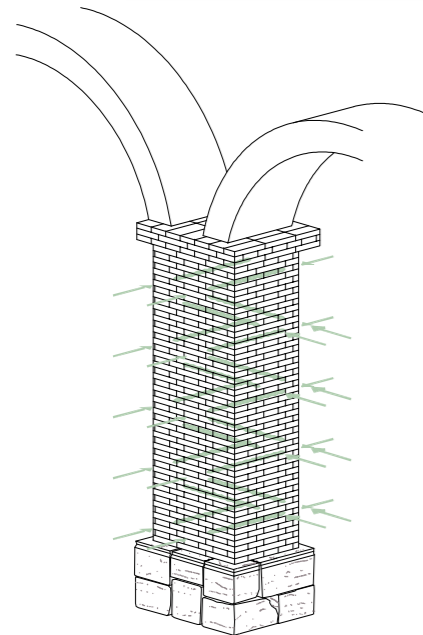
Instalar las barras helicoidales STEEL DRYFIX, utilizando la herramienta específica MANDRINO STEEL DRYFIX.



# 32

REFUERZO DE PILARES DE FÁBRICA CARAVISTA MEDIANTE CONFINAMIENTO PUNTUAL CON BARRAS HELICOIDALES DE ACERO INOXIDABLE INSERTADAS EN SECO

Geoforce one  
Software

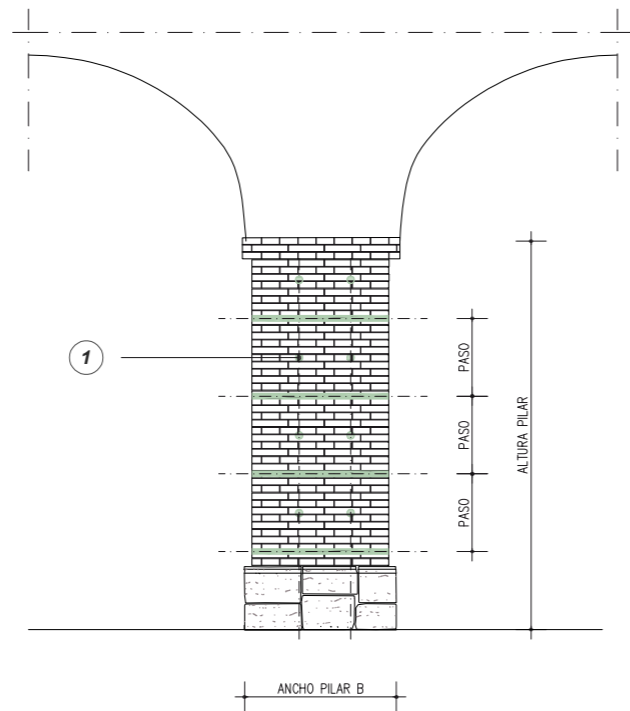


VISTA AXONOMÉTRICA CONFINAMIENTO PUNTUAL DEL PILAR CON STEEL DRYFIX® 10

NOTA

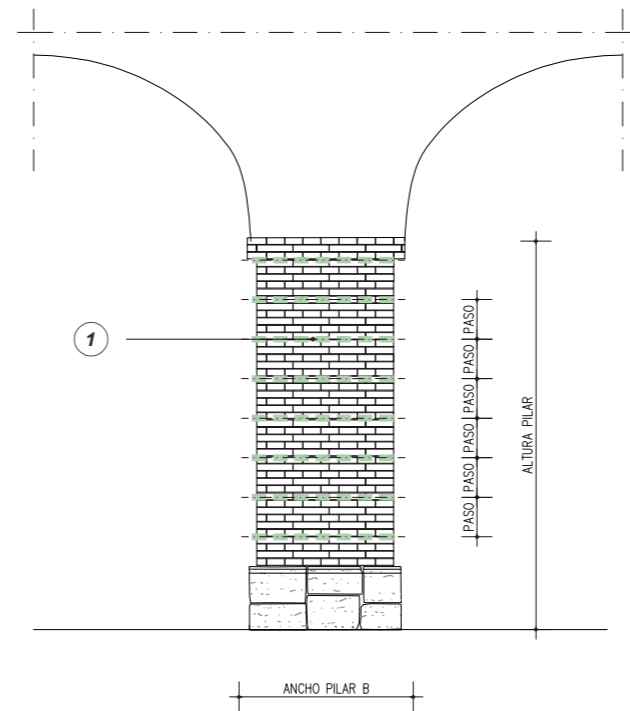
Las barras STEEL DRYFIX® 10, a falta de la posibilidad de verificar la instalación en obra, generalmente no pueden proyectarse para actuaciones de cosido sobre aparejos de piedra de elevada consistencia mecánica.

POWERED BY **kerakoll** ENGINEERED BY **ASDEA**

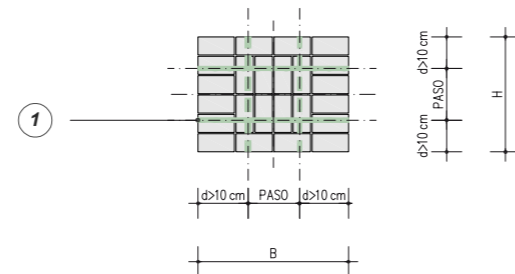


DETALLE SECCIÓN RECTANGULAR O CUADRADA CONFINAMIENTO PUNTUAL DEL PILAR CON STEEL DRYFIX® 10

0m 0.5m 1m 2m

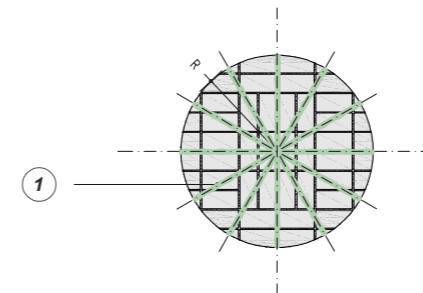


DETALLE SECCIÓN CIRCULAR CONFINAMIENTO PUNTUAL DEL PILAR CON STEEL DRYFIX® 10



PLANTA SECCIÓN RECTANGULAR CONFINAMIENTO PUNTUAL DEL PILAR CON STEEL DRYFIX® 10

0m 0.5m 1m 2m



PLANTA SECCIÓN CIRCULAR CONFINAMIENTO PUNTUAL DEL PILAR CON STEEL DRYFIX® 10

CUADRO NORMATIVO

**Consolidación con diátonos artificiales o tirantes antiexpulsión**

En el caso de introducción de diátonos artificiales dotados de una rigidez significativa a cortante y suficientemente distribuidos, se puede aplicar a todos los parámetros de resistencia el coeficiente indicado para los muros originalmente dotados de una buena conexión transversal; los elementos de conexión a tracción (tirantes) tienen un efecto significativo solo para la resistencia a compresión (f).

(Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.5.3.1)

1 BARRAS HELICOIDALES STEEL DRYFIX® 10 INSTALADAS EN SECO

Las barras están disponibles en diferentes diámetros y longitudes: será labor del proyectista dimensionar la actuación, la profundidad de anclaje, el intereje, tanto horizontal como vertical entre barras y el desarrollo en el interior de la mampostería a decidir en función de la naturaleza del soporte y de la necesidad estática a obtener. Consulte el APÉNDICE B para mayor información sobre la barra helicoidal STEEL DRYFIX® y para su modo de instalación.

Para conocer las prestaciones de adherencia/extracción de las barras helicoidales STEEL DRYFIX® se recomienda efectuar en obra pruebas de pull-out mediante el kit de extracción específico.

# 33

## Refuerzo de pilares de fábrica caravista mediante confinamiento puntual con conectores de fibra de acero galvanizado inyectados con geomortero hiperfluido a base de cal hidráulica natural



### PRESCRIPCIÓN

1. Preparación de los soportes. No están previstos procedimientos particulares de preparación de los soportes, permaneciendo, sin embargo, a la discreción de la dirección facultativa eventuales tratamientos preparatorios de los pilares.
2. Realización agujeros. Realizar el refuerzo de machones de fábrica caravista con instalación de conectores de fibra de acero galvanizado UHTSS mediante la realización de un agujero de diámetro y profundidad de anclaje adecuada para acoger el posterior material de refuerzo: realizar el agujero en la proximidad de la llaga de mortero, previendo, coyunturalmente, la eliminación del mortero en la proximidad del mismo, con el objetivo de poder embeber los eventuales cordones del conector. Realizar los agujeros sobre el muro con herramientas a rotación de perforación en continuo.
3. Preparación e introducción del diátono. Realizar el diátono artificial a chicote con la introducción de una banda de tejido de la gama GEOSTEEL del ancho adecuado, a modo de disponer en el interior del conector el número de cables mínimos necesarios de proyecto para beneficiarse de las resistencias a tracción requeridas; tener la precaución de desfibrar la parte final de la banda de tejido, mediante el corte de malla de soporte, procediendo con el corte en paralelo de los mismos cables en la longitud que se quiera desfibrar sobre el muro, garantizando un radio mínimo de desfibrado de 10 cm. En caso de conectores con desfibrado en ambos lados, realizar tales operaciones sobre cada uno de los extremos de las bandas de fibra adecuadamente colocadas. Acabado el corte del tejido enrollar la banda sobre sí misma, teniendo la precaución de realizar un cilindro del diámetro adecuado respecto al agujero realizado. Instalar el conector realizado en el interior del agujero.
4. Inserción taco. Aplicar el INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL de polipropileno armado con fibra de vidrio, ideal para la instalación de diátonos de conexión GEOSTEEL G600 o G1200 y para la posterior inyección de morteros fluidos de anclado.
5. Anclaje diátono. Para consolidar el muro objeto del refuerzo y garantizar la colaboración con el conector metálico, efectuar una inyección a baja presión (menor de 1,5 bar) de geomortero hiperfluido GEOCALCE FL ANTISISMICO, previa humectación de los soportes, utilizando, como orificio de entrada, el agujero específico colocado sobre la cabeza del taco. Al terminar esta fase, tapar el INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL con la tapa suministrada.
6. ENFOSCADO. Realizar el posible enfoscado mediante GEOCALCE TENACE: enfoscado técnico compuesto clase M5, de matriz mineral constituido por cal hidráulica natural NHL y Geoligante, con textura de tecnología TPI 3D, transpirable, sin riesgo de fisuración, aplicable también en alto espesor hasta los 30 mm en una sola mano.

### ADVERTENCIAS

Consultar el APÉNDICE B para conocer la modalidad de instalación y las prestaciones mecánicas de sistema de conexión a chicote, realizado con la gama de tejidos GEOSTEEL en combinación con el taco de polipropileno armado con fibra de vidrio INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL.

Actuación compatible con los sistemas deshumidificantes de Kerakoll.

### ESPECIFICACIÓN DE PROYECTO

Refuerzo de pilares de mampostería caravista, mediante confinamiento puntual con diátonos artificiales realizados con tejido unidireccional de fibra de acero galvanizado de altísima resistencia, formado por n micro-cables de acero producidos según norma ISO 16120-- 1/4 2017, fijados sobre una micro-malla de fibra de vidrio, peso neto de fibra aprox. a 670 g/m<sup>2</sup> – tipo GEOSTEEL G600 de Kerakoll – características técnicas certificadas: resistencia a tracción valor característico > 3000 MPa; módulo elástico > 190 GPa; deformación última a rotura > 1,5%; área efectiva de un cable 3x2 (5 hilos) = 0,538 mm<sup>2</sup>; n° cables por cm = 1,57 con envoltorio de hilos de elevado ángulo de torsión conforme a la norma ISO/DIS 17832; espesor equivalente de la banda = 0,084 mm, la carga de rotura del conector se obtiene multiplicando el número de cables presentes en el ancho del conector por la carga de rotura característica de un solo cable ≥ 1500 N

La actuación se desarrollará en las siguientes fases: posible tratamiento de reparación de las superficies dañadas; realización del agujero de ingreso de las dimensiones (diámetro y profundidad) adecuadas a la naturaleza del sucesivo conector, y posterior eliminación del mortero en el área adyacente al agujero realizado; confección del conector metálico mediante corte, "desfibrado" y enrollado final del tejido de fibra de acero galvanizado, manteniendo la forma mediante brida de plástico; inserción del conector en el interior del agujero (número, profundidad de anclaje, distancia, a decisión del técnico competente); inserción del taco - tipo INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL de Kerakoll - de polipropileno y fibra de vidrio en el diátono de fibra de acero a modo de plegar 90° la parte terminal del chicote; consolidación de la mampostería y relleno del conector mediante inyección a baja presión de geomortero de altísima higroscopicidad y transpirabilidad, hiperfluido, de elevada retención de agua a base de cal hidráulica natural NHL 3,5 y Geoligante mineral, de intervalo granulométrico 0-100 μm, GreenBuilding Rating 5, provisto de marcado CE – tipo GEOCALCE FL ANTISISMICO de Kerakoll – características técnicas certificadas: alta eficacia en la reducción de los contaminantes en el interior, no permite el desarrollo de bacterias (Clase B+) ni de hongos (Clase F+) medida con método CSTB, certificado con bajísimas emisiones COVs con conformidad EC 1 Plus GEV-Emicode, emisiones CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, contenido de minerales reciclados ≥ 30%. El geomortero natural provisto con marcado CE, clase del mortero M15 (EN 998/2), reacción al fuego A1 (EN 13501-1), permeabilidad al vapor de agua de 15 a 35 (EN 1745), resistencia a compresión a los 28 días ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo elástico 9,5 GPa (EN 13412), resistencia al arrancamiento de las barras de acero ≥ 3,5 MPa (RILEM-CEB-FIPRC6-78);

g) fijar los cables "desfibrados", con la ocultación de todo el conector, y coyuntural sellado de las llagas mediante geomortero de altísima higroscopicidad y transpirabilidad a base de cal hidráulica natural NHL 3.5 y Geoligante mineral, áridos de arena silíceas y calizas dolomíticas de curva granulométrica 0 – 1,4 mm, GreenBuilding Rating 5 – tipo GEOCALCE F ANTISISMICO de Kerakoll – características técnicas certificadas: alta eficacia en la reducción de los contaminantes de interior, no permite el desarrollo de bacterias (Clase B+) ni de hongos (Clase F+) medido con método CSTB, certificado con bajísimas emisiones COVs con conformidad EC 1 Plus GEV-Emicode, emisiones CO<sub>2</sub> ≤ 250 g/kg, contenido de minerales reciclados ≥ 30%. El geomortero natural provisto con marcado CE, clase del mortero M15 (EN 998/2), clase de resistencia R1 PCC (EN 1504-3), reacción al fuego A1 (EN 13501-1), permeabilidad al vapor de agua de 15 a 35 (EN 1745), resistencia a compresión a los 28 días ≥ 15 N/mm<sup>2</sup> (EN 1015-11), módulo elástico 9 GPa (EN 13412), adhesión al soporte a los 28 días > 1,0 N/mm<sup>2</sup> – FB: B (EN 1015-12).

El precio es por unidad de conector efectivamente colocado en obra, con radio de desfibrado de n\* cm por cara y longitud igual al espesor del muro a consolidar. Están incluidos el suministro y puesta en obra de todos los materiales arriba descritos y todo lo necesario para dar por acabado el trabajo. Dado que los diátonos pueden ser pasantes/no pasantes\*, para cada conector se contabilizan 2/1\* tacos de polipropileno y fibra de vidrio. La incidencia del mortero a inyectar se calcula únicamente para el relleno del agujero del diátono. Se excluyen: la posible limpieza de las zonas degradadas y reparación del soporte; las pruebas de aceptación del material; las investigaciones previas y posteriores a la intervención; todos los medios auxiliares necesarios para la ejecución de los trabajos.

\*según el tipo de actuación

1 \_\_\_\_\_

Ejecución de los agujeros guía.



2 \_\_\_\_\_

Aplicación de la primera mano de GEOCALCE F ANTISISMICO.



3 \_\_\_\_\_

Instalación del conector realizado con tejido de fibra de acero GEOSTEEL.



4 \_\_\_\_\_

Llagueado final del conector con GEOCALCE F ANTISISMICO.



5 \_\_\_\_\_

Anclaje del diátono mediante inyección a baja presión de GEOCALCE FL ANTISISMICO.



6 \_\_\_\_\_

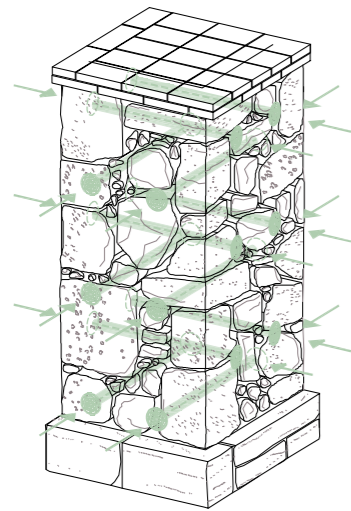
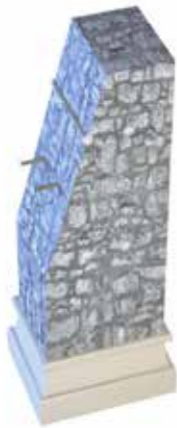
Cierre del agujero de inyección con la correspondiente tapa de cierre.



# 33

REFUERZO DE PILARES DE FÁBRICA CARAVISTA MEDIANTE CONFINAMIENTO PUNTUAL CON CONECTORES DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO INYECTADOS CON GEOMORTERO HIPERFLUIDO A BASE DE CAL HIDRÁULICA NATURAL

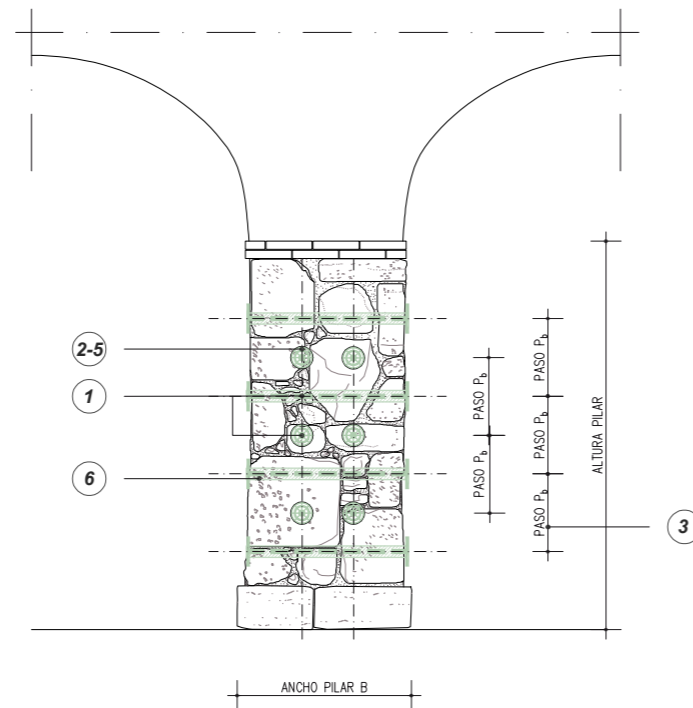
Geoforce one  
Software



VISTA AXONOMÉTRICA CONFINAMIENTO PUNTUAL DEL PILAR CON CONECTORES A CHICOTE GEOSTEEL G600/G1200

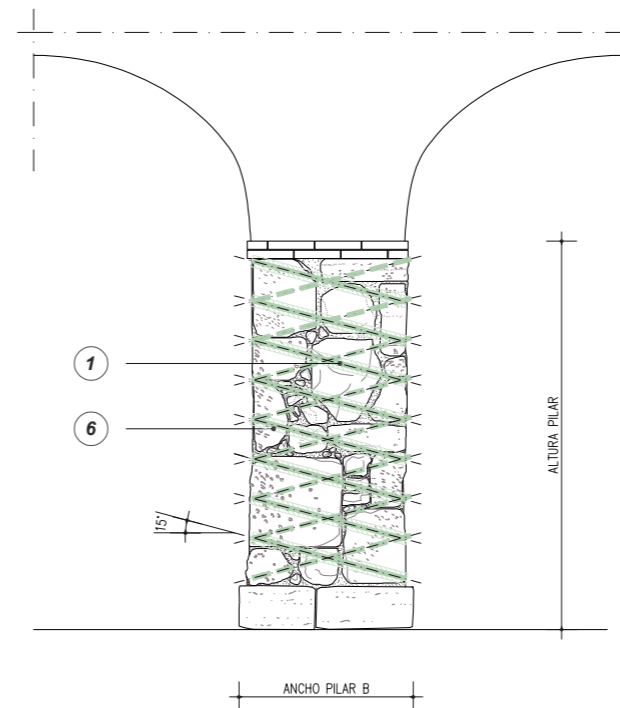
NOTA

Los diseños representan, a modo de ejemplo, un aparejo en piedra, aunque el esquema es idéntico si se encuentra en presencia de fabricas de ladrillo o toba. En presencia de mampostería caótica es siempre recomendable efectuar una consolidación con inyecciones de mortero combinada con la introducción de conectores metálicos (TABLA 24). Para mayor información sobre los conectores mecánicos de fibra de acero galvanizado **GEOSTEEL G600/G1200/G2000** consultar la TABLA 25A.

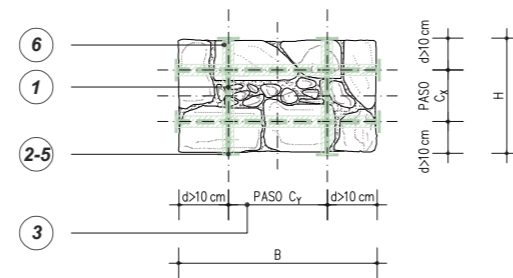


DETALLE SECCIÓN RECTANGULAR O CUADRADA CONFINAMIENTO PUNTUAL DEL PILAR CON CONECTORES GEOSTEEL G600/G1200

0m 0.5m 1m 2m

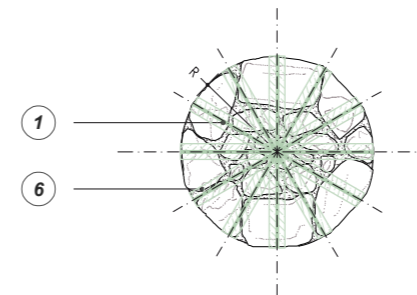


DETALLE SECCIÓN CIRCULAR CONFINAMIENTO PUNTUAL DEL PILAR CON CONECTORES GEOSTEEL G600/G1200



PLANTA SECCIÓN RECTANGULAR CONFINAMIENTO PUNTUAL DEL PILAR CON CONECTORES GEOSTEEL G600/G1200

0m 0.5m 1m 2m



PLANTA SECCIÓN CIRCULAR CONFINAMIENTO PUNTUAL DEL PILAR CON CONECTORES GEOSTEEL G600/G1200

CUADRO NORMATIVO

**Consolidación con diátonos artificiales o tirantes antiexpulsión**

En el caso de introducción de diátonos artificiales dotados de una rigidez significativa a cortante y suficientemente distribuidos, se puede aplicar a todos los parámetros de resistencia el coeficiente indicado para los muros originalmente dotados de una buena conexión transversal; los elementos de conexión a tracción (tirantes) tienen un efecto significativo solo para la resistencia a compresión (f).

(Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.5.3.1)

1 CONECTORES MECÁNICOS A CHICOTE **GEOSTEEL G600/G1200**

La introducción de conectores mecánicos permite reforzar el aparejo de mampostería sin modificar su funcionamiento estático original, incrementando la resistencia a cortante y la ductilidad y asegurando su monolitismo. Consulte el APÉNDICE B para más información sobre conectores a chicote **GEOSTEEL G600/G1200** y para el método de instalación.

2 APLICACIÓN DEL DIÁTONO CON UNA LONGITUD DE ANCLAJE La PARA GARANTIZAR EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DEL REFUERZO

3 DEFINICIÓN DEL PASO DE LOS CONECTORES P<sub>b</sub>

**COLUMNAS RECTANGULARES:**

En el caso de las barras que se encuentran al mismo nivel, la distancia de la que se sitúe más al exterior del lado de la sección paralelo a las barras no debe ser mayor de 1/4 de la longitud del lado al eje ortogonal. Además, debe cumplir:  $cx \leq h/5$ ,  $cy \leq b/5$ . Finalmente, el paso  $p_b$  debe cumplir la relación  $p_b \leq máx (cx, cy)$ . (CNR - DT 200 R/2013 § 5.6.3)\*

DESPUÉS DE HABER COLOCADO EN LAS LLAGAS, TRATADAS PREVIAMENTE, LOS HILOS "DESFIBRADOS" DEL CONECTOR, ÉSTOS SE CIERRAN Y SE OCULTAN EN EL INTERIOR DE LAS MISMAS LLAGAS MEDIANTE LA APLICACIÓN MANUAL DE **GEOCALCE® F ANTISISMICO** (O **GEOCALCE® G ANTISISMICO** O **BIOCALCE® PIEDRA**), PREVIA HUMECTACIÓN DEL SOPORTE (EL CONECTOR METÁLICO QUEDARÁ COMPLETAMENTE OCULTO EN EL INTERIOR DE LA MAMPOSTERÍA)

4 COLOCACIÓN DE **INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL** PARA LA INSTALACIÓN DE LOS CONECTORES (CONSULTAR LAS FASES DE MONTAJE EN EL APÉNDICE B)

6 INYECCIONES DE **GEOCALCE® FL ANTISISMICO** PARA RELLENAR LOS CONECTORES

No es posible conocer la cantidad de mezcla inyectada, porque ésta se extiende en el interior del aparejo de mampostería sobre un área mucho mayor a la de solo el conector. Para obtener información adicional sobre inyecciones de mortero, consultar la TABLA 24.

