

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.

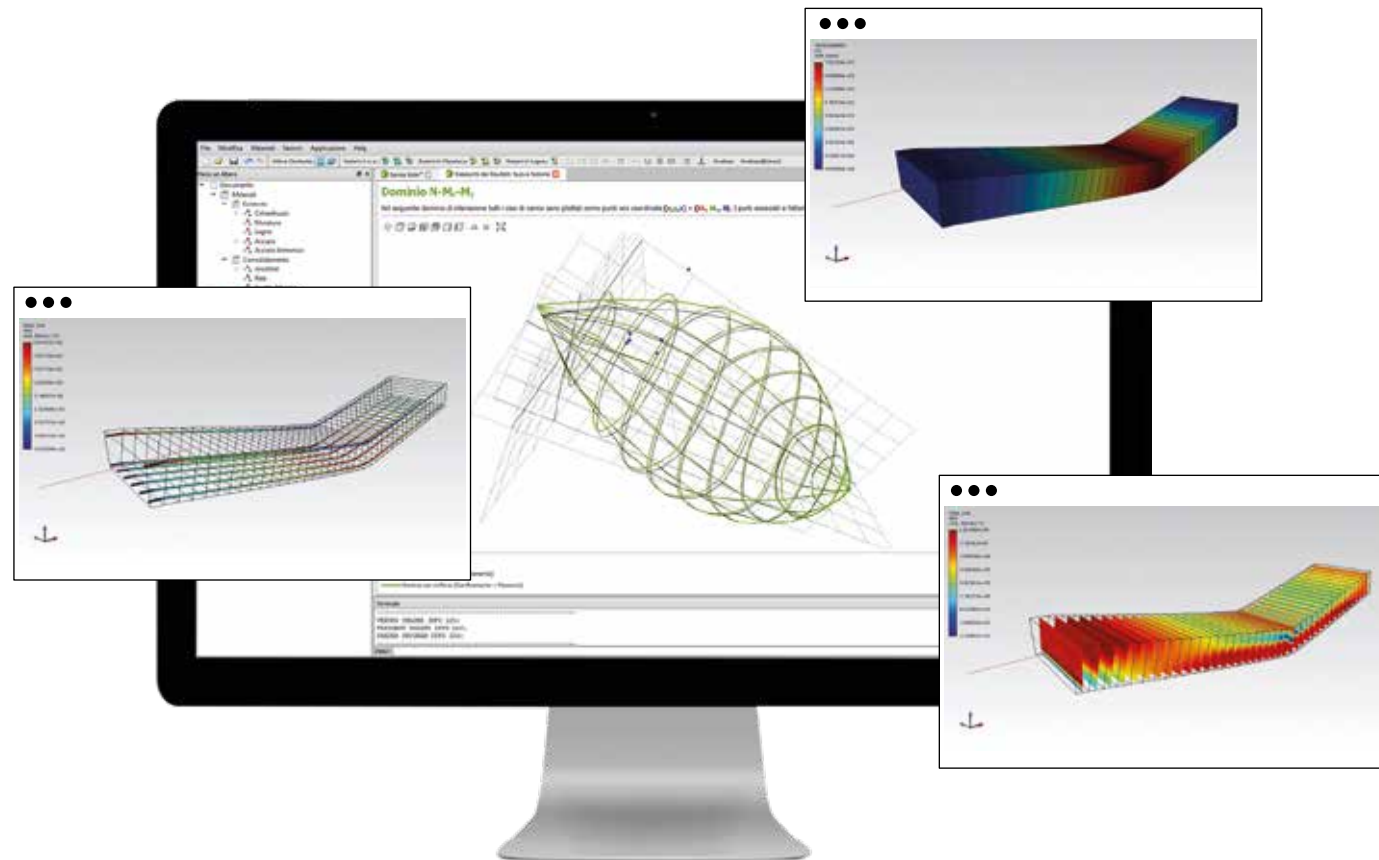
La combinación de las matrices Kerakoll con los tejidos de fibra de acero y de fibra de basalto constituyen los innovadores sistemas de refuerzo estructural en bajo espesor, que ofrecen múltiples ventajas como: simplicidad aplicativa y comportamiento resistente, modulo elástico y tenacidad superiores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

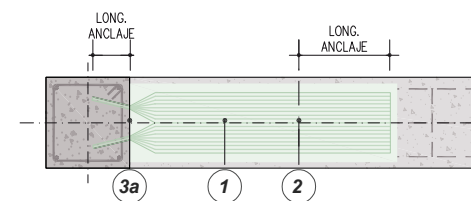
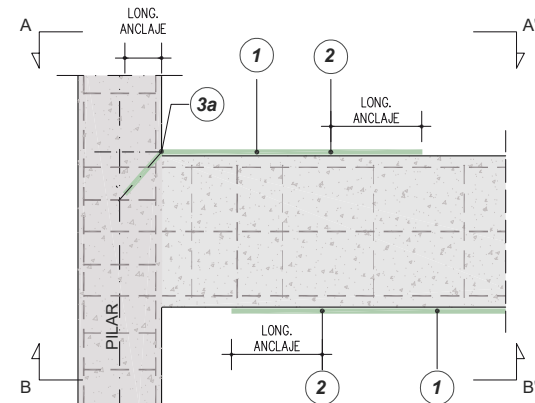
Índice General

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

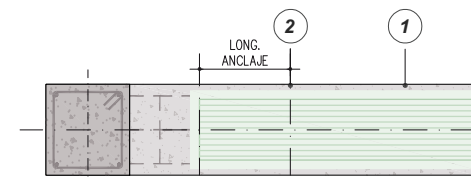
APÉNDICE A

TIPOLOGÍA DE ANCLAJE DEL SISTEMA DE REFUERZO

- 1 SECCIÓN INTERMEDIA (ZONA MEDIA) DEL DESARROLLO DE LA BANDA
- 2 SECCIÓN EXTREMA CON LONGITUD DE ANCLAJE
- 3a SISTEMA DE ANCLAJE DEL EXTREMO EN CONTINUIDAD EN AGUJERO CIEGO



PLANTA A - A'
REFUERZO A FLEXIÓN DE LA VIGA MEDIANTE
ENCAMISADO POR DEL TRASDÓS



PLANTA B - B'
REFUERZO A FLEXIÓN DE LA VIGA MEDIANTE
ENCAMISADO POR EL INTRADÓS

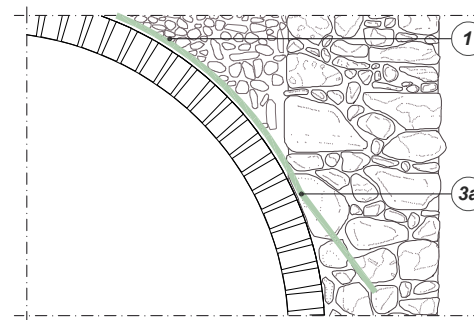
Para la verificación de la sección 1 y de la sección 3a se considera para el cálculo una tensión de proyecto correspondiente a la rotura por delaminación de segundo modo para los sistemas SRP (CNR - DT 200 R1/2013 §4.1.4) y correspondiente a la rotura por despegue intermedio para los sistemas SRG/FRCM (CNR - DT 215/2018 §3.1)

Para la verificación de la sección 2 se considera en el cálculo una tensión de proyecto correspondiente a la rotura por delaminación de primer modo para los sistemas SRP (CNR - DT 200 R1/2013 §4.1.3) y correspondiente a la rotura de extremo para los sistemas SRG/FRCM (CNR - DT 215/2018 §3.1)

- 4 SISTEMA DE ANCLAJE MECÁNICO

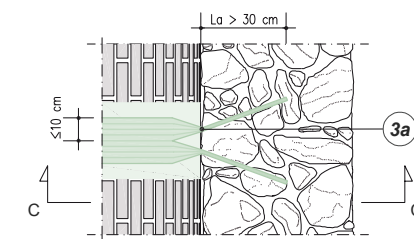
Para el anclaje del extremo, como alternativa a las soluciones en continuidad o con longitud de anclaje, es posible utilizar un anclaje mecánico. Este último prevé la colocación de un sistema de bloqueo para la banda de refuerzo, habitualmente constituido de placas de acero conectadas con conectores adecuadamente calculados por el proyectista, capaces de impedir la rotura del refuerzo por despegue del soporte y garantizando que la fibra alcance su tensión de rotura a tracción. (CNR - DT 200 R1/2013 §5.3.5)

- 3a SISTEMA DE ANCLAJE DEL EXTREMO EN CONTINUIDAD EN AGUJERO CIEGO



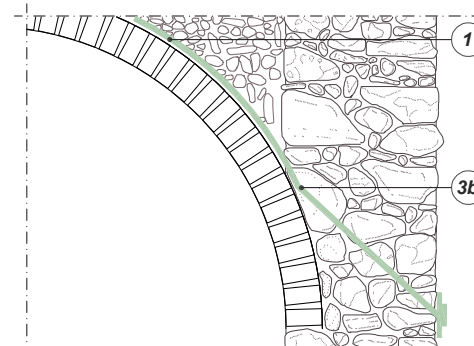
SECCIÓN C-C'
ANCLAJE CIEGO PARA LOS SISTEMAS DE REFUERZO
CON BANDAS DE GEOSTEEL

Para los sistemas SRG/FRCM, para la verificación de la sección 3a, 3b y 3c se considera en el cálculo una tensión de proyecto correspondiente a la rotura por despegue intermedio (CNR - DT 215/2018 §3.1)

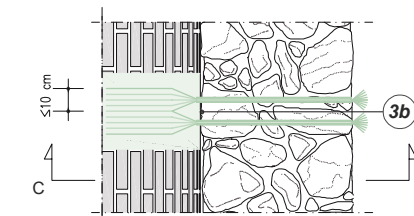


PLANTA
ANCLAJE CIEGO PARA LOS SISTEMAS DE REFUERZO
CON BANDAS DE GEOSTEEL

- 3b SISTEMA DE ANCLAJE DEL EXTREMO EN CONTINUIDAD EN AGUJERO PASANTE

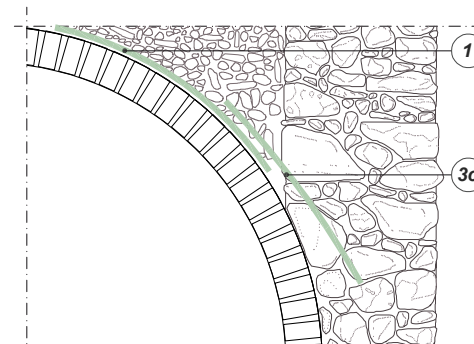


SECCIÓN C-C'
ANCLAJE PASANTE PARA LOS SISTEMAS DE REFUERZO
CON BANDAS DE GEOSTEEL

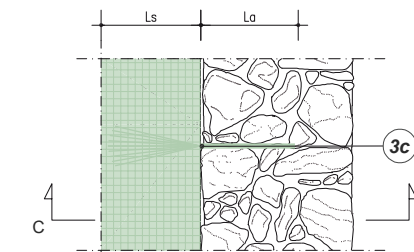


PLANTA
ANCLAJE PASANTE PARA LOS SISTEMAS DE REFUERZO
CON BANDAS DE GEOSTEEL

- 3c SISTEMA DE ANCLAJE DEL EXTREMO EN CONTINUIDAD MEDIANTE DIÁTONO



SECCIÓN C-C'
ANCLAJE CON DIÁTONOS PARA LOS SISTEMAS DE REFUERZO
CON TEJIDO GEOSTEEL GRID 200/400
O RINFORZO ARV 100



PLANTA
ANCLAJE CON DIÁTONO PARA SISTEMA DE REFUERZO
CON TEJIDO GEOSTEEL GRID 200/400
O RINFORZO ARV 100

Para más información acerca de la aplicación del diátono consultar el APÉNDICE B.

ANCLAJE CON GEOFORCE ONE

Con el software de cálculo GeoForce One es posible indicar la posición de la sección (sección intermedia o sección en el apoyo). Cuando se trate de una sección en el apoyo, el usuario tiene la posibilidad de informar al software sobre el tipo de anclaje presente, por tanto, si tiene un anclaje mecánico, un sistema que garantiza el alcance de $f_{t,0.95}$ o ninguno. En los primeros dos casos el usuario selecciona respectivamente los botones "Anclaje Mecánico" y en "Continuidad". En el caso de que el anclaje del refuerzo Geosteel se fije a la adherencia tejido-matriz-soporte, el proyectista debe marcar las casillas L_{anc} y L_{ed} si la longitud de anclaje es mayor o igual a la óptima calculada según la CNR - DT 200 R1/2013 y eficaz según la CNR - DT 215/2018. En el caso de los sistemas SRP, cuando el valor de la longitud de anclaje real sea inferior a la óptima, es necesario indicar el valor efectivo del anclaje garantizado

- 3a SISTEMA DE ANCLAJE DEL EXTREMO EN CONTINUIDAD EN AGUJERO CIEGO



- 3b SISTEMA DE ANCLAJE DEL EXTREMO EN CONTINUIDAD EN AGUJERO PASANTE



- 3c SISTEMA DE ANCLAJE DEL EXTREMO EN CONTINUIDAD MEDIANTE DIÁTONO



Se recomienda prever longitudes de anclaje iguales, al menos, a 20 cm para los sistemas SRP y a 30 cm para los sistemas SRG/FRCM de acuerdo respectivamente a los documentos CNR-DT 200 R1/2013 e CNR-DT 215/2018.

APÉNDICE B

FASES DE INSTALACIÓN DE LOS DIÁTONOS CON INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL EN AGUJERO PASANTE

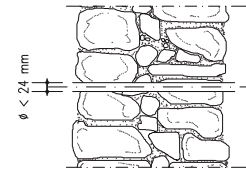
FASE I: PREPARACIÓN DEL DIÁTONO

PREPARACIÓN DEL DIÁTONO ARTIFICIAL A CHICOTE MEDIANTE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO **GEOSTEEL G600/1200**



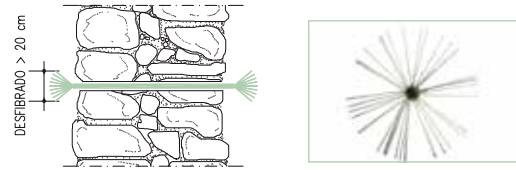
FASE II: EJECUCIÓN DEL AGUJERO

EJECUCIÓN DE LOS AGUJEROS EN EL MURO CON HERRAMIENTAS DE PERFORACIÓN EN CONTINUO. LIMPIAR CON AIRE A PRESIÓN PARA ELIMINAR EL POLVO Y OTROS RESIDUOS



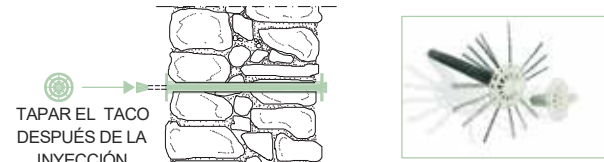
FASE III: INSERCIÓN DEL DIÁTONO

INSERCIÓN DE LOS DIÁTONOS ARTIFICIALES A CHICOTE DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO **GEOSTEEL G600/G1200**. LA ABERTURA DEL CHICOTE FAVORECE LA INSTALACIÓN DEL INIETTORE&CONNETTORE **GEOSTEEL**



FASE IV: FIJACIÓN DEL DIÁTONO

INYECCIONES DE MORTERO FLUIDO **GEOCALCE® FL ANTISISMICO** PARA FIJAR LOS DIÁTONOS **GEOSTEEL**. LA INYECCIÓN SE REALIZA A TRAVÉS DEL AGUJERO DEL TACO A SELLAR CON EL TAPÓN SUMINISTRADO Y CUBIERTO CON **GEOCALCE® F ANTISISMICO**

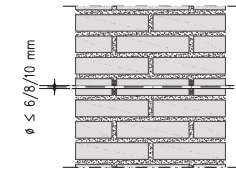


0m 0.5m 1m

INSTALACIÓN BARRAS HELICOIDALES STEEL DRYFIX EN AGUJERO PASANTE

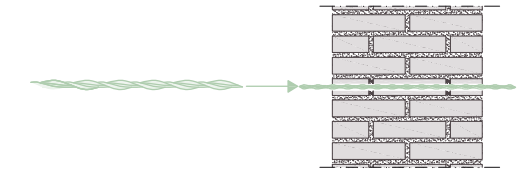
FASE I: EJECUCIÓN DEL AGUJERO

EJECUCIÓN DEL AGUJERO GUÍA DEL DIÁMETRO ADECUADO EN LA SUPERFICIE UTILIZANDO UN TALADRO A ROTOPERCUSIÓN. LIMPIEZA DEL AGUJERO. EN EL CASO DE POSTERIOR INSTALACIÓN DEL **TASELLO STEEL DRYFIX® 8/10/12**, INCREMENTAR LOS PRIMEROS 30 mm DE PROFUNDIDAD DEL AGUJERO, A UN DIÁMETRO DE 14 mm



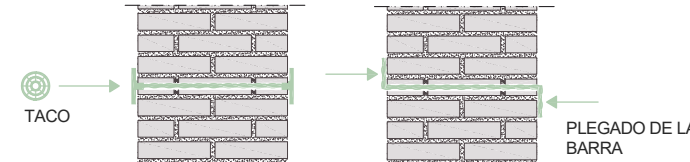
FASE II: INSERCIÓN STEEL DRYFIX®

APLICACIÓN DE LAS BARRAS HELICOIDALES **STEEL DRYFIX® 8/10/12** USANDO LA HERRAMIENTA ESPECÍFICA **MANDRINO STEEL DRYFIX® 8/10-12** INSTALADO SOBRE TALADRO CON CONEXIÓN SDS PLUS; INSTALACIÓN DE LA BARRA EXCLUSIVAMENTE A PERCUSIÓN DENTRO DEL AGUJERO



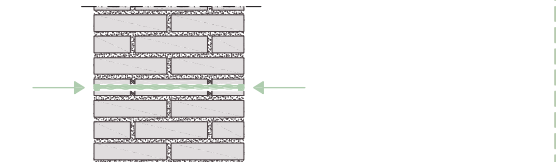
FASE III A: ANCLAJE DE LA BARRA

APLICACIÓN DE ADECUADO TASELLO **STEEL DRYFIX 8/10** EN LA CABEZA DE LA BARRA. COMO ALTERNATIVA, PLEGADO DE LA PARTE FINAL DE LA BARRA EXTERNA PARA ENRASARLA AL MURO.
NOTA:UTILIZABLE EN TODOS LOS TIPOS DE INTERVENCIÓN.



FASE III B: RELLENO DEL AGUJERO

RELLENO FINAL DEL AGUJERO CON **GEOCALCE® G ANTISISMICO**, **GEOCALCE® F ANTISISMICO** O **BIOCALCE® PIEDRA**.
NOTA:UTILIZABLE SOLO PARA INTERVENCIÓNES DE COSIDO EN SECO.



0m 0.5m 1m

FASES DE INSTALACIÓN DE LOS DIÁTONOS CON INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL EN AGUJERO CIEGO

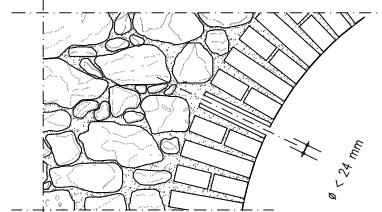
FASE I: PREPARACIÓN DEL DIÁTONO

PREPARACIÓN DEL DIÁTONO ARTIFICIAL A CHICOTE MEDIANTE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO **GEOSTEEL G600/1200**



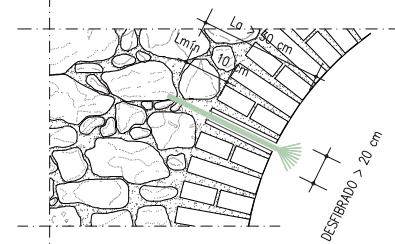
FASE II: EJECUCIÓN DEL AGUJERO

EJECUCIÓN DE LOS AGUJEROS EN EL MURO CON HERRAMIENTAS DE PERFORACIÓN EN CONTINUO. LIMPIAR CON AIRE A PRESIÓN PARA ELIMINAR EL POLVO Y OTROS RESIDUOS



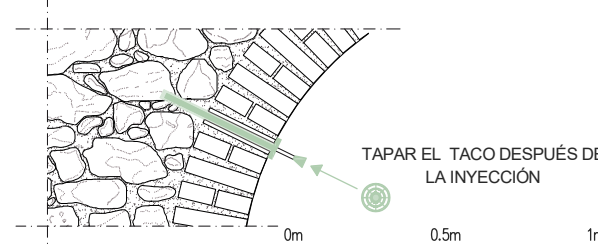
FASE III: INSERCIÓN DEL DIÁTONO

INSERCIÓN DE LOS DIÁTONOS ARTIFICIALES A CHICOTE DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO **GEOSTEEL G600/G1200**. LA ABERTURA DEL CHICOTE FAVORECE LA INSTALACIÓN DEL INIETTORE&CONNETTORE **GEOSTEEL**



FASE IV: FIJACIÓN DEL DIÁTONO

INYECCIONES DE MORTERO FLUIDO **GEOCALCE® FL ANTISISMICO** PARA FIJAR LOS DIÁTONOS **GEOSTEEL**. LA INYECCIÓN SE REALIZA A TRAVÉS DEL AGUJERO DEL TACO A SELLAR CON EL TAPÓN SUMINISTRADO Y CUBIERTO CON **GEOCALCE® F ANTISISMICO**



0m 0.5m 1m

INSTALACIÓN BARRAS HELICOIDALES STEEL DRYFIX® EN AGUJERO CIEGO

FASE I: EJECUCIÓN DEL AGUJERO

EJECUCIÓN DEL AGUJERO GUÍA DEL DIÁMETRO ADECUADO EN LA SUPERFICIE UTILIZANDO UN TALADRO A ROTOPERCUSIÓN. LIMPIEZA DEL AGUJERO. EN EL CASO DE POSTERIOR INSTALACIÓN DEL **TASELLO STEEL DRYFIX® 8/10/12**, INCREMENTAR LOS PRIMEROS 30 mm DE PROFUNDIDAD DEL AGUJERO, A UN DIÁMETRO DE 14 mm



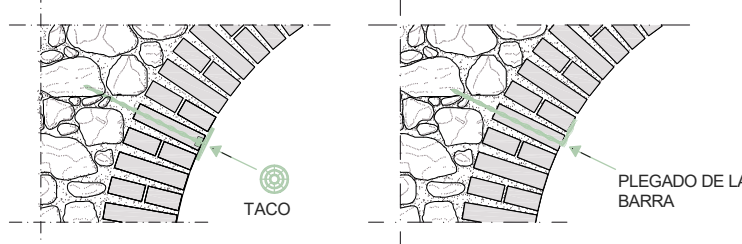
FASE II: INSERCIÓN STEEL DRYFIX®

APLICACIÓN DE LAS BARRAS HELICOIDALES **STEEL DRYFIX® 8/10/12** USANDO LA HERRAMIENTA ESPECÍFICA **MANDRINO STEEL DRYFIX® 8/10-12** INSTALADO SOBRE TALADRO CON CONEXIÓN SDS PLUS; INSTALACIÓN DE LA BARRA EXCLUSIVAMENTE A PERCUSIÓN DENTRO DEL AGUJERO



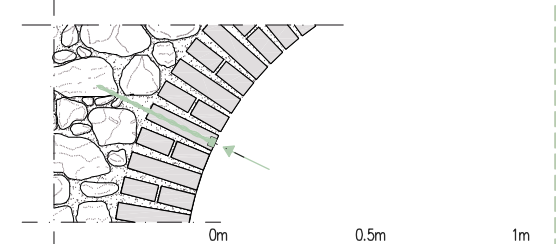
FASE III A: ANCLAJE DE LA BARRA

APLICACIÓN DE ADECUADO TASELLO **STEEL DRYFIX 8/10** EN LA CABEZA DE LA BARRA. COMO ALTERNATIVA, PLEGADO DE LA PARTE FINAL DE LA BARRA EXTERNA PARA ENRASARLA AL MURO.
NOTA:UTILIZABLE EN TODOS LOS TIPOS DE INTERVENCIÓN.



FASE III B: RELLENO DEL AGUJERO

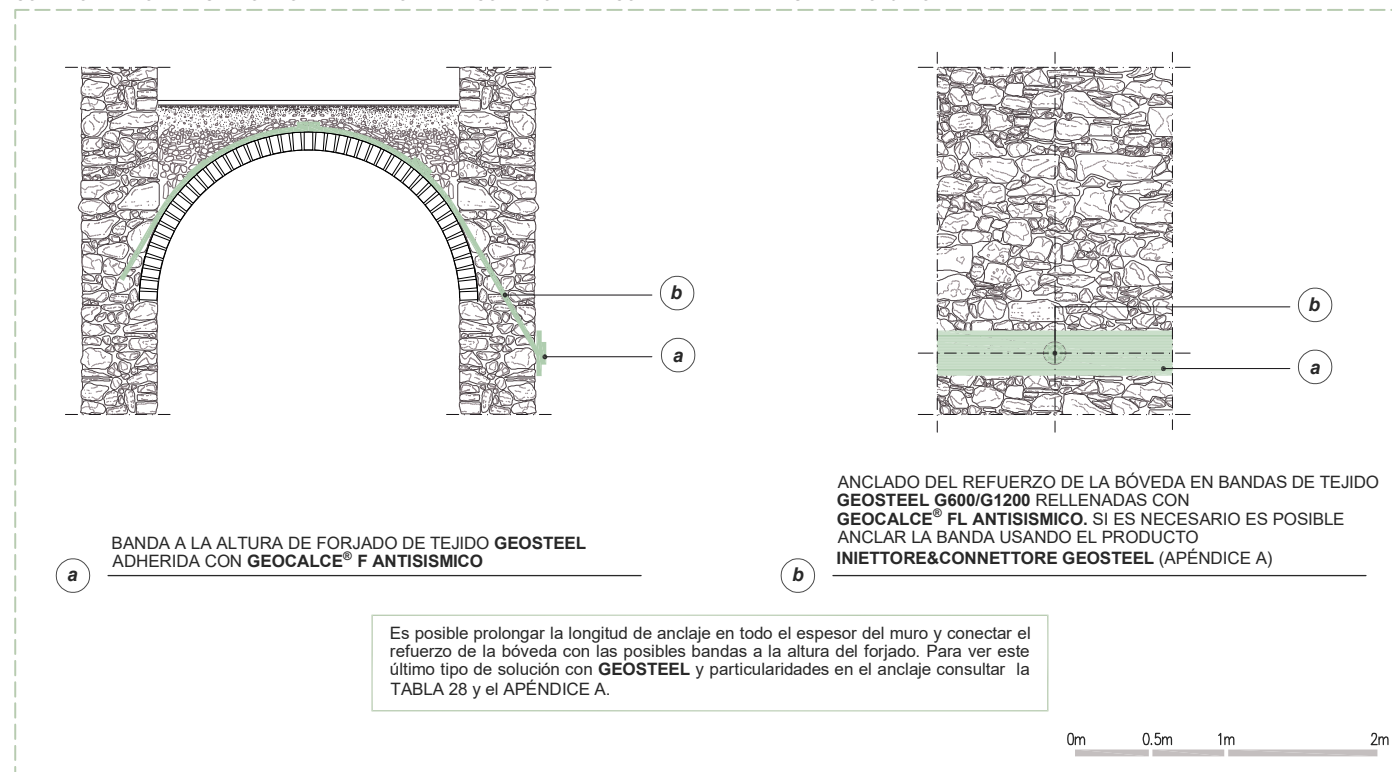
RELLENO FINAL DEL AGUJERO CON **GEOCALCE® G ANTISISMICO**, **GEOCALCE® F ANTISISMICO** O **BIOCALCE® PIEDRA**.
NOTA:UTILIZABLE SOLO PARA INTERVENCIÓNES DE COSIDO EN SECO.



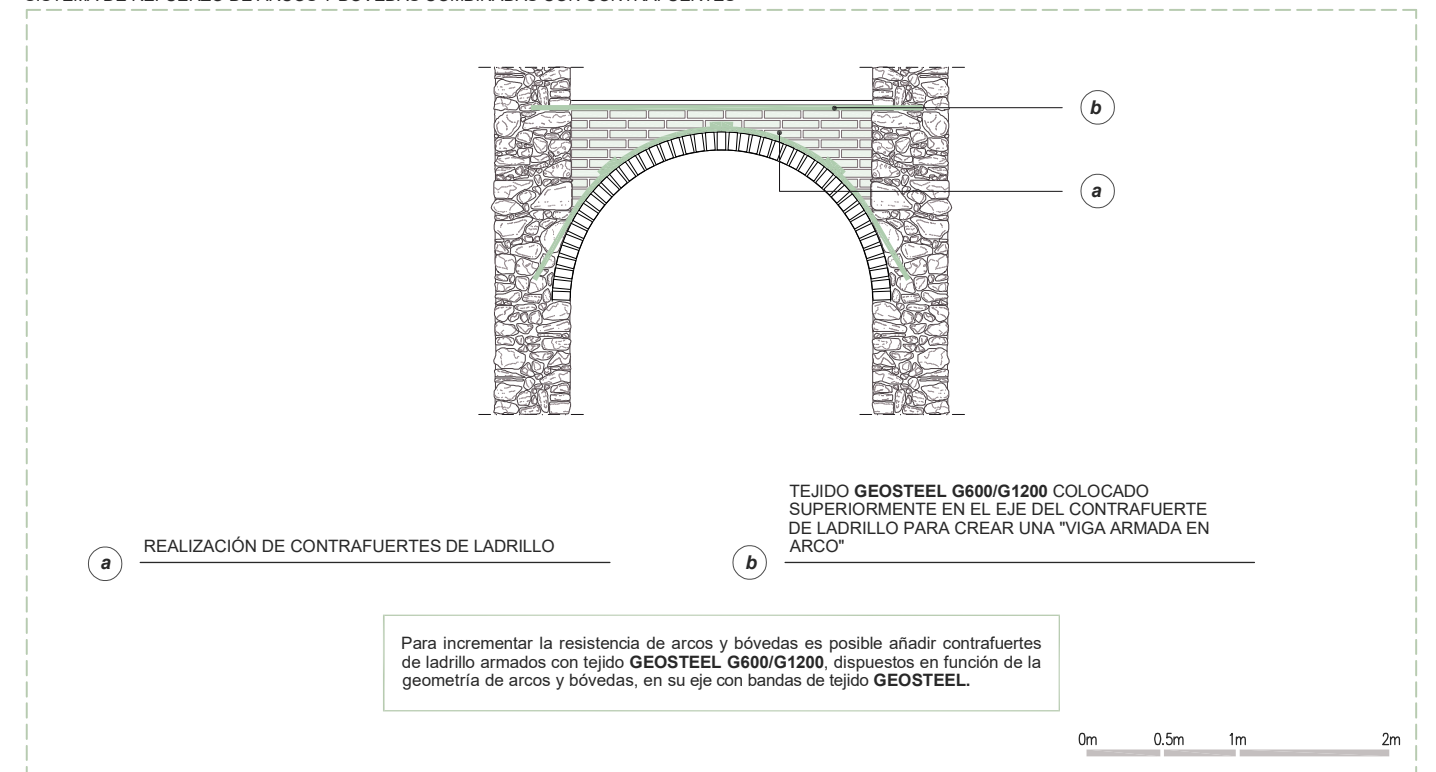
0m 0.5m 1m

APÉNDICE C

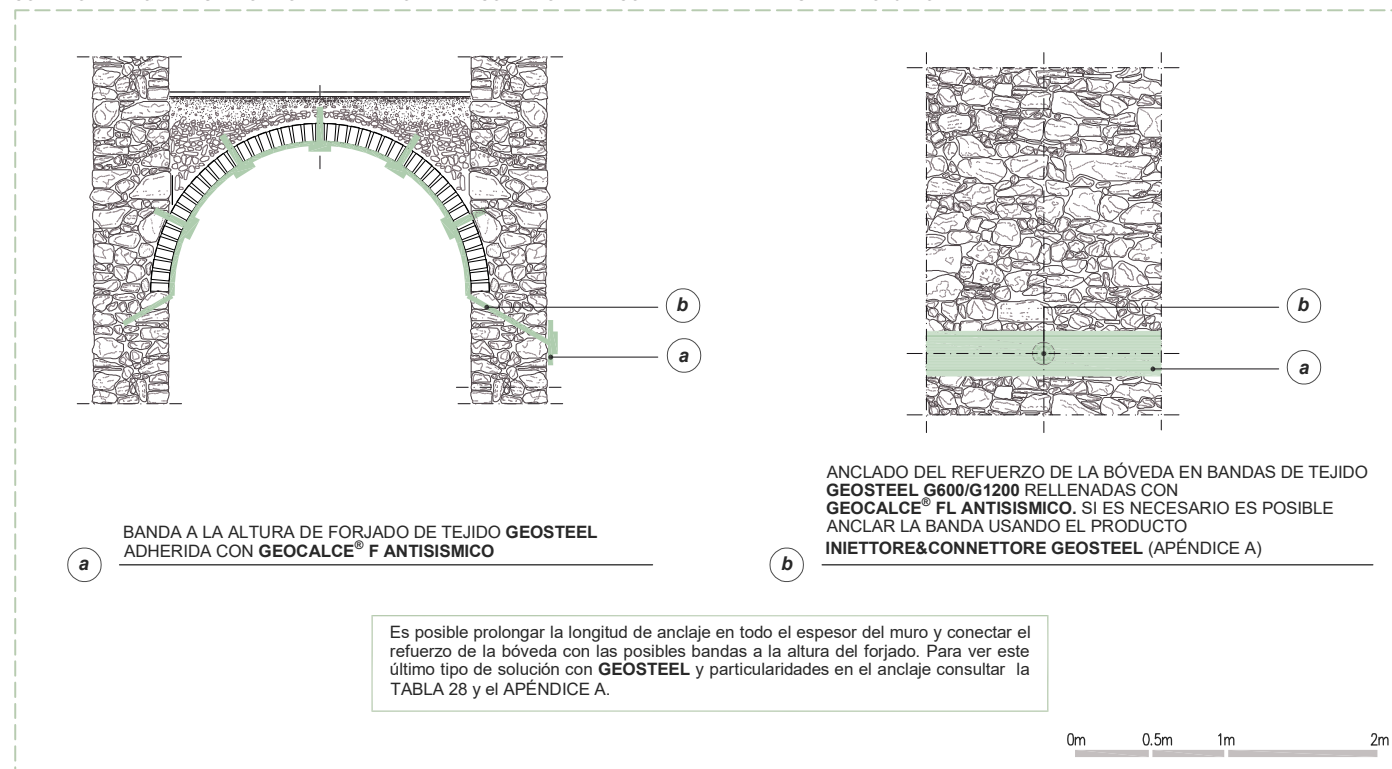
CONEXIÓN DE LOS REFUERZOS POR EL TRASDÓS DE ARCOS Y BÓVEDAS CON BANDAS A LA ALTURA DE FORJADO



SISTEMA DE REFUERZO DE ARCOS Y BÓVEDAS COMBINADAS CON CONTRAFUERTE



CONEXIÓN DE LOS REFUERZOS POR EL INTRADÓS DE ARCOS Y BÓVEDAS CON BANDAS A LA ALTURA DE FORJADO



SISTEMA DE REFUERZO COMBINADO CON RECRECIDO POR EL TRASDÓS ARMADO DE ARCOS Y BÓVEDAS



