

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.

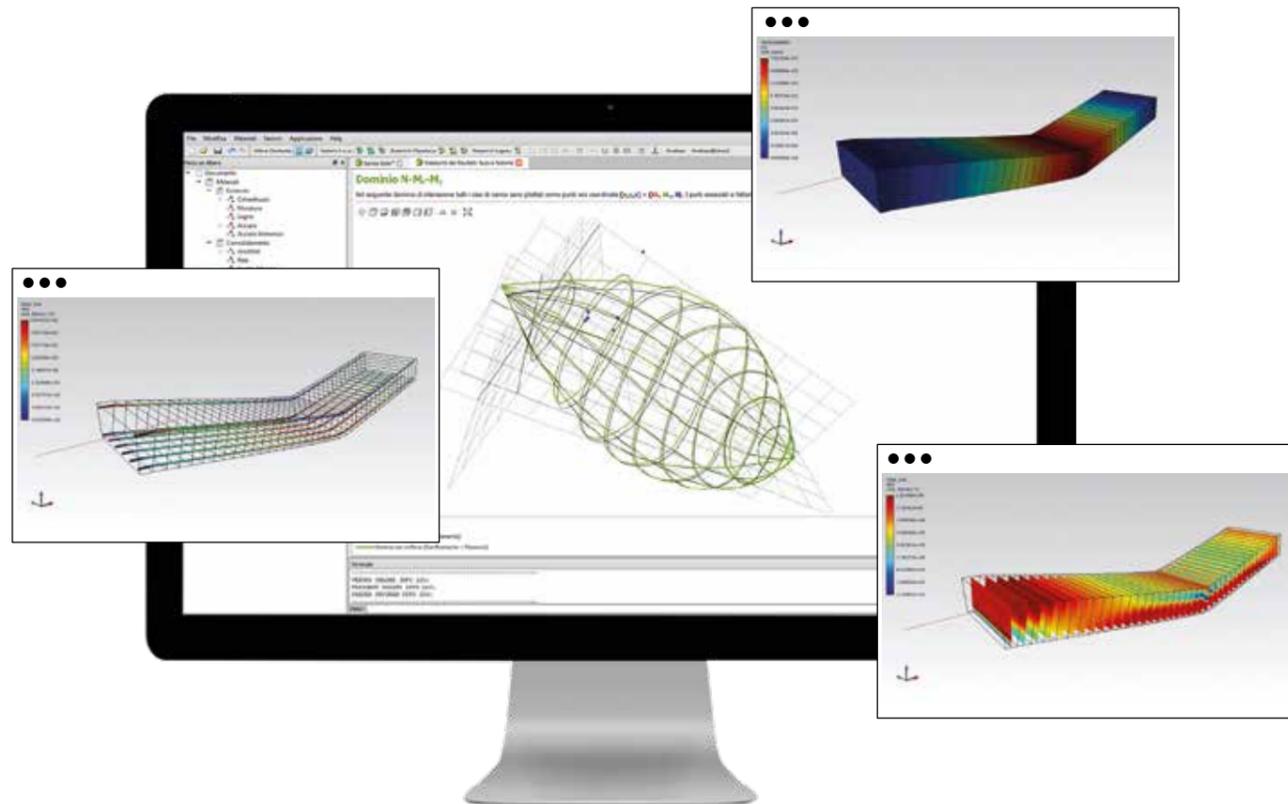
La combinación de las matrices Kerakoll con los tejidos de fibra de acero y de fibra de basalto constituyen los innovadores sistemas de refuerzo estructural en bajo espesor, que ofrecen múltiples ventajas como: simplicidad aplicativa y comportamiento resistente, modulo elástico y tenacidad superiores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

SOLUCIONES PARA LA CONSOLIDACIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO, HORMIGÓN PRETENSADO Y PREFABRICADOS

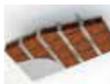
RECONSTRUCCIÓN, REPARACIÓN Y AUMENTO DE SECCIÓN

1		Reparación/cosido de fisuras en secciones dañadas mediante sellado e inyección con sistemas orgánicos	10
2		Reconstrucción mediante reparación monolítica de secciones de H.A. con tratamiento de las armaduras con geomortero mineral estructural tixotrópico	12
3A		Refuerzo mediante reconstrucción volumétrica monolítica con aumento de sección y armadura complementaria, con vertido colaborante de geomortero mineral estructural fluido	14
3B		Refuerzo mediante reconstrucción volumétrica monolítica y aumento de sección, con vertido colaborante de geomortero fluido fibrorreforzado de altísimas prestaciones	16

PILARES Y NUDOS

4		Refuerzo mediante realización de conexión rígida entre pilar prefabricado y solera industrial de H.A. con adhesivo epoxídico	18
5		Refuerzo de pilares mediante encamisado de confinamiento con tejidos de fibra de acero galvanizado con geomortero mineral estructural tixotrópico	20
6		Refuerzo de pilares mediante encamisado de confinamiento con tejidos de fibra de acero galvanizado con adhesivo epoxídico	22
7A		Refuerzo de nudos viga-pilar de fachada mediante encamisado con tejidos de fibra de acero galvanizado con geomortero mineral estructural tixotrópico	24
7B		Refuerzo de nudos viga-pilar de fachada mediante encamisado con tejidos de fibra de acero galvanizado con adhesivo epoxídico	26
8A		Refuerzo de nudos viga-pilar de esquina mediante encamisado con tejidos de fibra de acero galvanizado con geomortero mineral estructural tixotrópico	28
8B		Refuerzo de nudo viga-pilar en esquina mediante encamisado con tejidos de fibra de acero galvanizado con adhesivo epoxídico	30

VIGAS Y LOSAS

9		Consolidación y refuerzo a flexión de forjados de hormigón armado y bovedilla cerámica mediante encamisado por intradós con tejidos de fibra de acero galvanizado y geomortero mineral estructural tixotrópico o adhesivo epoxídico	32
10A		Prevención anticlapso mediante aplicación sobre enfoscado existente de malla biaxial de fibra natural de basalto con enfoscado de acabado a base de cal hidráulica natural y anclaje mediante barras helicoidales	34
10B		Reparación y prevención frente a problemas de colapso mediante enfoscado de acabado a base de cal hidráulica natural y malla biaxial de fibra natural de basalto	36
11A		Refuerzo a flexión mediante rigidización del trasdós de forjados de hormigón armado y bovedilla cerámica o losa de H.A. mediante armado complementario y relleno colaborante de geomortero mineral estructural fluido	38
11B		Refuerzo a flexión mediante rigidización del trasdós de forjados de hormigón armado y bovedilla cerámica o losa de H.A. mediante relleno colaborante de geomortero mineral fluido fibrorreforzado de altísimas prestaciones	40
11c		Realización de diafragma rígido sobre forjados de hormigón armado y bovedilla cerámica o losa de H.A. mediante relleno colaborante de geomortero mineral fluido fibrorreforzado de altísimas prestaciones	42
12		Refuerzo a flexión de vigas mediante encamisado con tejidos de fibra de acero galvanizado con geomortero mineral estructural tixotrópico	44
13		Refuerzo a flexión de vigas mediante encamisado con tejidos de fibra de acero galvanizado con adhesivo epoxídico	46
14		Refuerzo a cortante de vigas mediante encamisado con tejidos de fibra de acero galvanizado con geomortero mineral estructural tixotrópico	48
15		Refuerzo a cortante de vigas mediante encamisado con tejidos de fibra de acero galvanizado con adhesivo epoxídico	50

9

Consolidación y refuerzo a flexión de forjados de hormigón armado y bovedilla cerámica mediante encamisado por intradós con tejidos de fibra de acero galvanizado y geomortero mineral estructural tixotrópico o adhesivo epoxídico



PRESCRIPCIÓN

- Preparación de los soportes. Eliminadas las posibles capas de enfoscado dañadas y poco cohesivas del soporte, generar rugosidad en el soporte de hormigón (rugosidad de al menos 5 mm, equivalente al grado 8 del "Kit de ensayo de preparación de soportes de hormigón armado y mampostería") de las viguetas de hormigón armado mediante escarificación mecánica y picado en profundidad del hormigón dañado; este picado debe realizarse hasta conseguir una capa de hormigón con buena resistencia y sin carbonatar, y debe involucrar también a cualquier otro elemento que pueda dar una falsa sensación de agarre para los sucesivos tratamientos y/o vertidos. Posteriormente, eliminar el óxido de la armadura que debe limpiarse mediante cepillado (manual o mecánico) o chorro de arena. Limpiar el soporte, eliminando cualquier residuo de polvo, grasa, aceite y otras sustancias contaminantes con aire a presión o hidrolimpiadora, y humectar hasta obtener un soporte saturado, aunque exento de agua líquida en superficie.
- Reconstrucción monolítica de viguetas de hormigón armado y tratamiento de la armadura metálica. Realizar la protección de la armadura y la reconstrucción volumétrica del hormigón faltante de las viguetas de hormigón armado del forjado cerámico mediante el geomortero tixotrópico GEOLITE. Limpiar el soporte y realizar la reconstrucción manual (con paleta), sobre soporte saturado exento de agua líquida en superficie, siguiendo las correctas técnicas aplicativas. La aplicación debe garantizar el llenado de todas las cavidades y la integración de las armaduras en el mortero de reparación.
Tan pronto como el mortero fragüe, generar rugosidad en el intradós (rugosidad de al menos 5 mm, equivalente al grado 8 del "Kit de ensayo de preparación de soportes de hormigón armado y mampostería"), con el objetivo de favorecer la adhesión de la posterior capa de refuerzo. Obtener un perfil plano del forjado con el relleno de las bovedillas dañadas o eliminadas, con la colocación de paneles aislantes EPS KLIMA AIR del espesor oportuno, adecuadamente encolados con KERAKLIMA ECO teniendo la precaución de limpiar bien el soporte, garantizando una superficie seca, consistente y sin partes friables.
- Aplicación del sistema de refuerzo. Acabada la reconstrucción de las viguetas de hormigón armado, con el mortero endurecido, o bien, con el mortero recién fraguado, realizar el sistema de refuerzo estructural con fibra de acero Steel Reinforced Grout (combinación de fibra de acero y mortero mineral estructural tixotrópico a base de Geoligante), a lo largo de todo el desarrollo longitudinal del intradós de las viguetas de hormigón armado y según las indicaciones de proyecto. Aplicar una primera mano de GEOLITE, garantizando sobre el soporte la cantidad de material suficiente (espesor medio 3 - 5 mm) para adherir y embeber el tejido de refuerzo. Posteriormente aplicar, sobre la matriz aún fresca, el tejido de fibra de acero galvanizado UHTSS GEOSTEEL, garantizando el perfecto embebido de la banda en la capa de matriz, ejerciendo un presión enérgica con la llana o rodillo de acero y teniendo la precaución de que la propia matriz fluya entre los cordones para garantizar una óptima adhesión 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. Concluir la aplicación con el alisado final protector (espesor total del refuerzo 5 - 8 mm), realizado con GEOLITE, con el objetivo de embeber totalmente el refuerzo y cerrar posibles huecos subyacentes. En caso de capas posteriores a la primera, proceder con la colocación de la segunda capa de fibra sobre la capa de matriz aún fresca procediendo según lo indicado.

ADVERTENCIAS

Geosteel se suministra en 4 gramajes distintos en función de las exigencias de cálculo:

- GEOSTEEL G600 (gramaje: 670 g/m²; n° cordones por cm = 1,57; espesor equivalente de la banda = 0,084 mm)
- GEOSTEEL G1200 (gramaje: 1200 g/m²; n° cordones por cm = 3,14; espesor equivalente de la banda = 0,169 mm)
- GEOSTEEL G2000 (gramaje: 2000 g/m²; n° cordones por cm = 4,72; espesor equivalente de la banda = 0,254 mm)
- GEOSTEEL G3300 (gramaje: 3300 g/m²; n° cordones por cm = 7,09; espesor equivalente de la banda = 0,381 mm).

El proyectista puede elegir, en base a las exigencias de proyecto, el gramaje de GEOSTEEL a adoptar en combinación con el geomortero mineral tixotrópico o el adhesivo epoxídico. Cuando se quiera instalar el sistema de refuerzo con matriz epoxídica SRP consultar la TABLA. 13.

Antes de efectuar la intervención verificar la idoneidad de la clase de resistencia del hormigón de soporte.

ESPECIFICACIÓN DE PROYECTO

Consolidación y refuerzo a flexión de forjados cerámicos degradados con problemas de deterioro del hormigón mediante reconstrucción volumétrica de viguetas de hormigón armado, con aplicación a paleta en un espesor medio de 30 mm, previa la correcta preparación de los soportes y humectación hasta saturación (a contabilizar aparte), con geomortero mineral certificado, eco-compatible, tixotrópico, de bajísimo contenido en polímeros petroquímicos y exento de fibras orgánicas, específico para la pasivación, la reparación, el alisado y la protección monolítica de durabilidad garantizada de estructuras de hormigón, GreenBuilding Rating 3, provisto de marcado CE y conforme a los requisitos prestacionales requeridos por la Norma EN 1504-7 para la pasivación de las barras de armadura, por la EN 1540-3, Clase R4 (maduración en CC y PCC) para la reconstrucción volumétrica y el alisado y por la EN 1504-2 para la protección de superficies, de acuerdo a los Principios, 2, 3, 4, 5, 7, 8 y 11 definidos por la EN 1504-9 - tipo GEOLITE de Kerakoll - características técnicas certificadas: ninguna corrosión de la barra metálica (EN 15183), resistencia a compresión a los 28 días > 50 MPa (EN 12190), adhesión a los 28 días > 2 MPa (EN 1542), modulo elástico E a los 28 días ≥ 20 GPa (EN 13412), resistente a la carbonatación (EN 13295), retracción lineal < 0,3% (EN 12617-1), resistencia a la abrasión con pérdida de peso de la probeta < 3000 mg (EN ISO 5470-1); tan pronto como el mortero haya fraguado, generar rugosidad en la nueva superficie del intradós, se procederá con la instalación 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 micromalla de fibra de vidrio, de gramaje aproximado de 1200 g/m² - tipo GEOSTEEL G1200 de Kerakoll - características técnicas certificadas de la banda: resistencia a tracción valor característico > 3000 MPa; modulo elástico > 190 GPa; deformación última a rotura > 1,5%; área efectiva de un cordón 3x2 (5 hilos) = 0,538 mm²; n° cordones por cm = 3,14 con el enrollado de los hilos con un elevado ángulo de torsión conforme a la norma ISO/DIS 17832; espesor equivalente de la banda = 0,169 mm, impregnado con el mismo geomortero mineral certificado empleado para la reconstrucción de las viguetas de hormigón armado. La actuación se desarrollará en las siguientes fases: preparación del soporte (rugosidad de al menos 5 mm); extensión de una primera mano de geomortero, de espesor aproximado 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 la adhesión del tejido a la matriz o al soporte; ejecución de la segunda capa de geomortero, en un espesor total del refuerzo de 5 - 8 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. Están excluidas: la posible limpieza de las zonas degradadas; los dispositivos de anclaje mediante conectores o placas metálicas; las pruebas de aceptación del material; las investigaciones pre- y post- intervención; los materiales para el relleno de las bovedillas y el enfoscado de regularización final; todos los medios auxiliares necesarios para la ejecución de los trabajos. El precio es por unidad de superficie de refuerzo puesto en obra incluidos los solapes.

1 Preparación de las superficies y reconstrucción volumétrica de las viguetas.



2 Creación de rugosidad en la superficie.



3 Relleno de huecos con paneles de EPS KLIMA AIR encolados y alisados con KERAKLIMA ECO.



4 Aplicación de primera mano de GEOLITE.



5 Instalación del tejido de fibra de acero GEOSTEEL.

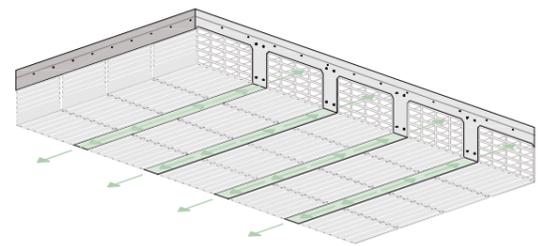


6 Aplicación de la segunda mano de GEOLITE.



9

CONSOLIDACIÓN Y REFUERZO A FLEXIÓN DE FORJADOS DE HORMIGÓN ARMADO Y BOVEDILLA CERÁMICA MEDIANTE ENCAMISADO POR INTRADÓS CON TEJIDOS DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO Y GEOMORTERO MINERAL ESTRUCTURAL TIXOTRÓPICO O ADHESIVO EPOXÍDICO

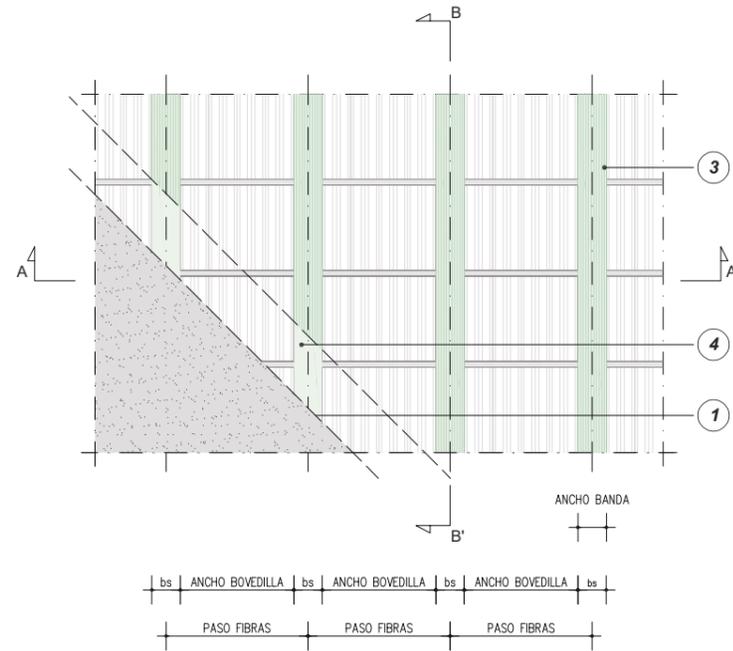


VISTA AXONOMÉTRICA
REFUERZO A FLEXIÓN DE FORJADO

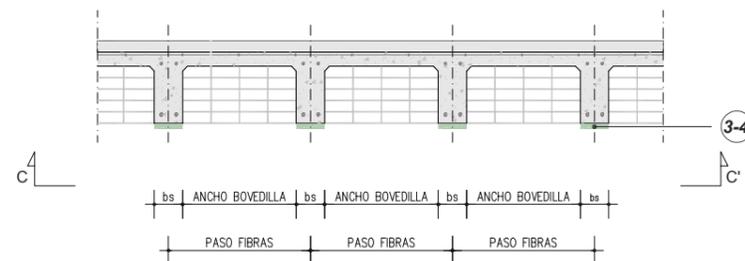
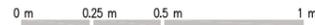
NOTA

La normativa CNR-DT 215/2018, en el párrafo 5, remarca que la resistencia media a compresión del hormigón no debe ser inferior a 15 N/mm² en el caso de refuerzo por adherencia.

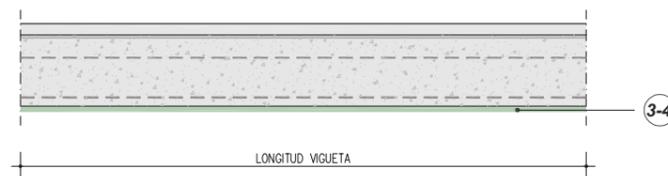
POWERED BY **kerakoll** ENGINEERED BY **ASDEA**



PLANTA C - C'
CONSOLIDACIÓN Y REFUERZO A FLEXIÓN DE FORJADO DE HORMIGÓN MEDIANTE ENCAMISADO POR INTRADÓS CON GEOSTEEL G600/G1200 Y GEOLITE® O GEOSTEEL G600/1200/2000/3300 Y GEOLITE® GEL



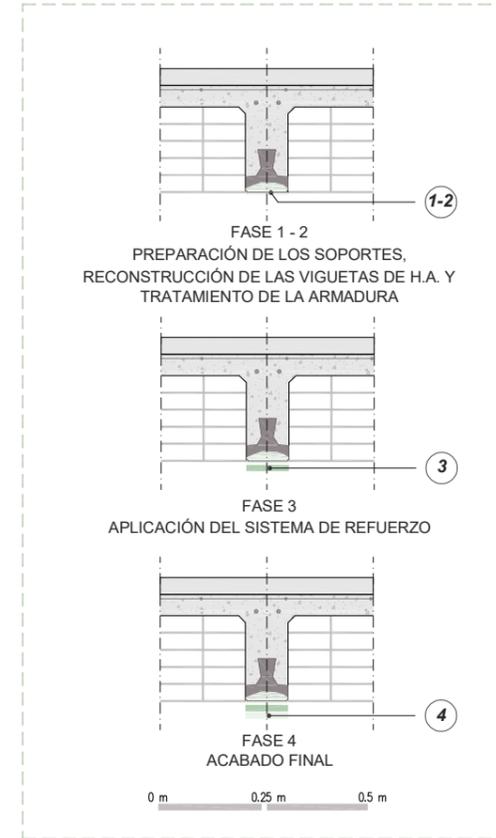
SECCIÓN A - A'
CONSOLIDACIÓN Y REFUERZO A FLEXIÓN DE FORJADO DE HORMIGÓN MEDIANTE ENCAMISADO POR INTRADÓS CON GEOSTEEL G600/G1200 Y GEOLITE® O GEOSTEEL G600/1200/2000/3300 Y GEOLITE® GEL



SECCIÓN B - B'
CONSOLIDACIÓN Y REFUERZO A FLEXIÓN DE FORJADO DE HORMIGÓN MEDIANTE ENCAMISADO POR INTRADÓS CON GEOSTEEL G600/G1200 Y GEOLITE® O GEOSTEEL G600/1200/2000/3300 Y GEOLITE® GEL



FASES DE EJECUCIÓN



1 ELIMINACIÓN DE LAS POSIBLES CAPAS DE ENFOSCADO DAÑADAS O SUELTAS DEL SOPORTE; GENERACIÓN DE RUGOSIDAD DEL SOPORTE DE HORMIGÓN (RUGOSIDAD DE AL MENOS 5 mm) DE LAS VIGUETAS DE H.A. MEDIANTE ESCARIFICACIÓN MECÁNICA Y ELIMINACIÓN DEL HORMIGÓN DAÑADO; ELIMINACIÓN DEL ÓXIDO DE LA ARMADURA; LIMPIEZA DE LA MISMA MEDIANTE CEPILLADO (MANUAL O MECÁNICO) O CHORRO DE ARENA; LIMPIAR EL SOPORTE ELIMINANDO CUALQUIER RESIDUO DE POLVO, GRASA, ACEITES Y OTRAS SUSTANCIAS CONTAMINANTES CON AIRE A PRESIÓN O HIDROLIMPIADORA; HUMECTAR HASTA OBTENER UN SOPORTE SATURADO, SIN AGUA LÍQUIDA EN SUPERFICIE

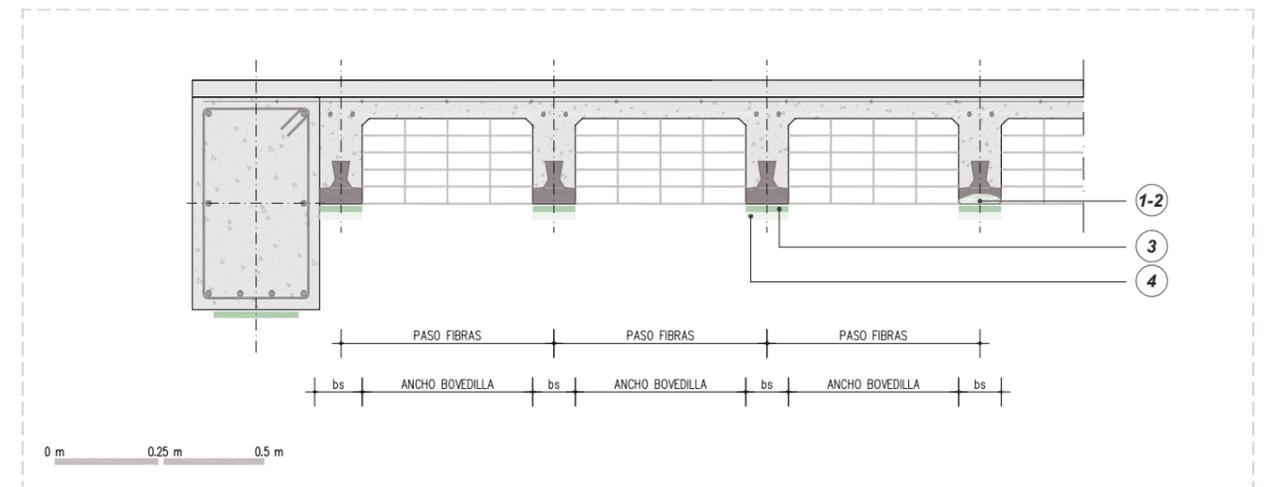
2 RECONSTRUCCIÓN MONOLÍTICA DE LAS VIGUETAS DE H.A. TRATAMIENTO DE LA ARMADURA MEDIANTE EL GEOMORTERO TIXOTRÓPICO **GEOLITE®**; LIMPIEZA Y RECONSTRUCCIÓN MANUAL (CON PALETA) DEL SOPORTE, SOBRE SOPORTE SATURADO SIN AGUA LÍQUIDA EN SUPERFICIE. LA APLICACIÓN DEBE GARANTIZAR EL RELLENO DE TODOS LOS HUECOS Y EL COMPLETO RECUBRIMIENTO DE LA ARMADURA, GENERACIÓN DE RUGOSIDAD EN LA SUPERFICIE DEL INTRADÓS (RUGOSIDAD DE AL MENOS 5 mm), CON EL FIN DE FAVORECER LA ADHESIÓN DE LA POSTERIOR CAPA DE REFUERZO

3 REALIZACIÓN DEL SISTEMA DE REFUERZO ESTRUCTURAL SOBRE LA SUPERFICIE DEL INTRADÓS A LO LARGO DE TODO EL DESARROLLO LONGITUDINAL DE LAS VIGUETAS DE H.A. APLICACIÓN DE UNA PRIMERA MANO DE **GEOLITE®** (ESPESOR MEDIO 3-5 mm), O **GEOLITE® GEL** (ESPESOR 2-3 mm), PARA INSTALAR Y EMBEBER EL TEJIDO DE REFUERZO. EXTENDER, SOBRE LA MATRIZ AÚN FRESCA, EL TEJIDO DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO **GEOSTEEL G600**, GARANTIZANDO EL PERFECTO EMBEBIDO DE LA BANDA EN LA CAPA DE MATRIZ, EN LOS PUNTOS DE UNIÓN LONGITUDINAL, SOLAPAR DOS CAPAS DE TEJIDOS DE FIBRA DE ACERO AL MENOS 30 cm

Para más información sobre el solape de las capas de tejido consulte el APÉNDICE A.
Extender siempre la fibra en toda la longitud de la vigueta.

4 ACABADO FINAL PROTECTOR CON **GEOLITE®** O **GEOLITE® GEL** PARA UN ESPESOR COMPLETO DE REFUERZO COMPRENDIDO RESPECTIVAMENTE ENTRE 5-8 mm O 3-4 mm, CON EL FIN DE EMBEBER TOTALMENTE EL REFUERZO Y RELLENAR LOS POSIBLES HUECOS, REALIZADO FRESCO SOBRE FRESCO

REFUERZO VIGA Y FORJADO



CUADRO NORMATIVO

Encamisado y vendaje con materiales compuestos
El uso de materiales compuestos adecuados (u otros materiales resistentes a tracción) para el refuerzo sísmico de elementos de H.A. tiene como fin conseguir los siguientes objetivos:
- Aumento de la resistencia a cortante de pilares, vigas, nudos viga-pilar y muros mediante aplicación de bandas con las fibras dispuestas según la dirección de los estribos;
- Aumento de la resistencia en las partes terminales de vigas y pilares mediante aplicación de bandas con las fibras dispuestas según la dirección de las barras longitudinales y oportunamente ancladas, para que se garantice la eficacia del anclaje en el tiempo;
- Aumento de la ductilidad de los elementos unidimensionales, por efecto de las acciones de confinamiento pasivo ejercidas por las bandas con las fibras dispuestas según la dirección de los estribos.
Con el fin de verificar la seguridad de los elementos reforzados con materiales compuestos se pueden adoptar documentos de comprobada validez (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 §C8.7.4.2.3)

Refuerzo a flexión de vigas, pilares y viguetas de forjado
El refuerzo a flexión se realiza aplicando bandas de tejido en el lado tensionado del elemento del que se quiere incrementar la capacidad flexional. La actuación también permite la reducción de las deformaciones producidas bajo las cargas de servicio, y también aunque de un modo no sustancial, la limitación de los estados de fisuración. (CNR - DT 215/2018 §2.2.1.1)

10A

Prevención anticlapso mediante aplicación sobre enfoscado existente de malla biaxial de fibra natural de basalto con enfoscado de acabado a base de cal hidráulica natural y anclaje mediante barras helicoidales

PRESCRIPCIÓN

1. Preparación de los soportes. Eliminar completamente las pinturas y comprobar la adhesión del enfoscado existente al forjado. En presencia de enfoscados bien adheridos al soporte, limpiar la superficie para eliminar el polvo, grasa, aceite y otras sustancias contaminantes que puedan comprometer la adhesión del sistema de prevención. Preparar la superficie con una rugosidad de 0,5 mm, equivalente al grado 5 del "Kit de ensayo de preparación de soportes de hormigón armado y mampostería".
2. Aplicación del sistema de encamisado. Instalar anclajes mecánicos en seco realizados con barras helicoidales certificadas de acero inoxidable AISI 316 STEEL DRYFIX 10, en cantidad y distribución indicada por el técnico competente (se aconsejan 2 elementos por m²). Realizar el agujero guía para la instalación de las barras de conexión STEEL DRYFIX 10 del diámetro adecuado en función de la consistencia del soporte. Instalar las barras helicoidales utilizando la herramienta MANDRINO STEEL DRYFIX 10 teniendo la precaución de atravesar las bovedillas y penetrar entre 2-3 cm en el interior de la capa de compresión de hormigón armado. Aplicar una primera mano de GEOCALCE MULTIUSO, garantizando sobre el soporte una cantidad de material suficiente (espesor medio de 3-5 mm) para adherir y embeber la malla de refuerzo. Posteriormente aplicar sobre la matriz aún fresca, la malla de fibra de basalto GEO GRID 120, garantizando el perfecto embebido de la misma en la capa de matriz, ejerciendo una presión enérgica con la llana y teniendo la precaución de que el propio mortero fluya entre la trama de la malla para garantizar una óptima adhesión entre la primera y segunda capa de matriz. En los puntos de unión longitudinal, superponer dos capas de malla al menos 20 cm. Antes de aplicar la segunda mano de GEOCALCE MULTIUSO enroscar en el extremo de la barra el correspondiente TASSELLO STEEL DRYFIX 10. Concluir la aplicación con el alisado final protector (espesor total del refuerzo 5 - 8 mm), siempre realizado con GEOCALCE MULTIUSO, con el objetivo de embeber totalmente el refuerzo.
3. Protección y decoración. Dados los tiempos de secado de GEOCALCE MULTIUSO, cualquier decoración y protección final de las nuevas superficies se puede realizar mediante el uso de una pintura para interior de la colección MODERNA.

ADVERTENCIAS

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

El proyectista puede elegir, en base a exigencias de proyecto, como alternativa a la malla GEO GRID 120, el tejido GEOSTEEL GRID 200 o RINFORZO ARV 100

- GEOSTEEL GRID 200: tejido biaxial equilibrado de fibra de basalto y acero inoxidable AISI 304, con tratamiento protector especial alcalino resistente de resina al agua exenta de disolventes de Kerakoll (gramaje del tejido ≈ 200 g/m², espesor equivalente 0,032 mm)
- RINFORZO ARV 100: tejido biaxial de fibra de vidrio alcalino resistente y aramídica de Kerakoll (gramaje del tejido aprox. 250 g/m² ± 5%, espesor equivalente urdimbre 0,031 mm, trama 0,049 mm).

ESPECIFICACIÓN DE PROYECTO

Sistema de encamisado para forjado de hormigón armado y bovedilla cerámica (con enfoscado bien anclado y no eliminable) con problemas de colapso mediante instalación de malla compensada de fibra de basalto, con tratamiento especial protector alcalino-resistente con resina al agua exenta de disolventes -tipo GEO GRID 120 de Kerakoll- características técnicas certificadas: resistencia a tracción > 1250 MPa; módulo elástico E > 56 GPa; dimensión de la malla 22x22 mm, espesor equivalente de la malla t_i = 0,023 mm; gramaje ≈ 130 g/m², impregnado con mortero de enfoscado-alisado de altísima higroscopicidad y transpirabilidad a base de cal hidráulica natural NHL 3.5 y Geoligante mineral, inertes de arena silícea y calizas dolomíticas de curva granulométrica 0 - 1,4 mm, GreenBuilding Rating 5 -tipo MULTIUSO de Kerakoll - características técnicas certificadas: coeficiente de resistencia al vapor de agua 13 (EN 1015-19), conductividad térmica 0,54 W/mK (EN 1745). El mortero de enfoscado-alisado natural está provisto de marcado CE, clase GP/ CS IV / W1 (EN 998-1), reacción al fuego clase A1 (EN 13501-1), adhesión al soporte a 28 días > 1,0 N/mm² - FB: B (EN 1015-12).

El anclaje de la malla a la capa de compresión del forjado tiene lugar mediante la instalación de barras helicoidales certificadas EN 845-1 de acero inoxidable AISI 304 - AISI 316, provistas de marcado CE, en correspondencia con el agujero guía en el elemento estructural, previo posible tratamiento de reparación de las zonas dañadas, provistas y puestas en obra con el mandril a percusión adecuado, - tipo STEEL DRYFIX 8/10* de Kerakoll - características técnicas certificadas: carga de rotura a tracción > 12,7/16,2 kN*; carga de rotura a cortante > 7,2/9,5 kN*; módulo elástico > 150 GPa; deformación última a rotura 4/3%; área nominal 11/15,50 mm²*.

La actuación se desarrollará en las siguiente fases: eliminación de partes friables y/o no perfectamente ancladas que puedan perjudicar la adhesión y la realización del agujero guía con la posterior instalación de la barras helicoidales de acero inoxidable AISI 316; aplicación de una primera mano de mortero de alisado mineral eco - compatible, espesor medio 3 mm; con el mortero aún fresco, proceder a la colocación de la malla de fibra de basalto, 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; enroscado del TASSELLO STEEL DRYFIX sobre la cabeza de la barra helicoidal anteriormente instalada; ejecución de la segunda capa de matriz, en un espesor total del refuerzo de 5 mm con el objetivo de embeber totalmente la malla de refuerzo y cerrar los posibles huecos subyacentes.

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 excluye: eliminación de enfoscados y de las pinturas, y la demolición de las bovedillas cerámicas dañadas; las pruebas de aceptación del material; los ensayos pre y post actuación; todos los medios auxiliares para la realización de los trabajos.

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

*en función del tipo de barra STEEL DRYFIX a usar.

1 Instalación de las barras STEEL DRYFIX.



2 Aplicación de la primera mano de GEOCALCE MULTIUSO.



3 Instalación malla GEO GRID 120.



4 Enroscado del TASSELLO STEEL DRYFIX sobre la barra STEEL DRYFIX.

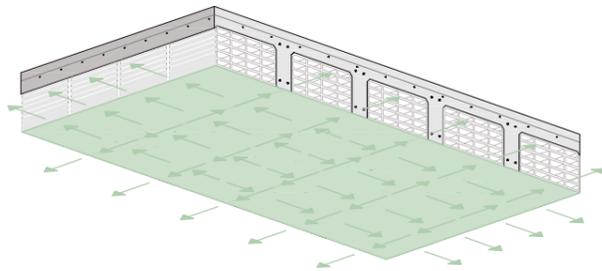


5 Aplicación de la segunda mano de GEOLITE MULTIUSO.

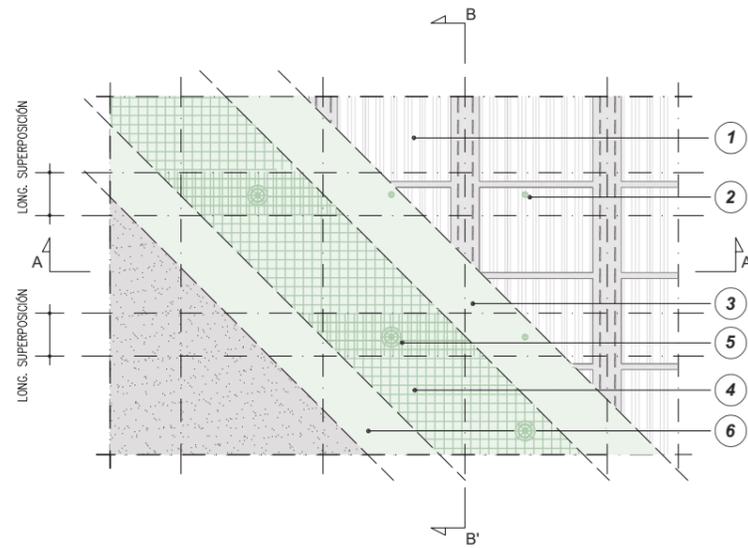


10A

PREVENCIÓN ANTICOLAPSO MEDIANTE APLICACIÓN SOBRE ENFOSCADO EXISTENTE DE MALLA BIAIXIAL DE FIBRA NATURAL DE BASALTO CON ENFOSCADO DE ACABADO A BASE DE CAL HIDRÁULICA NATURAL Y ANCLAJE MEDIANTE BARRAS HELICOIDALES

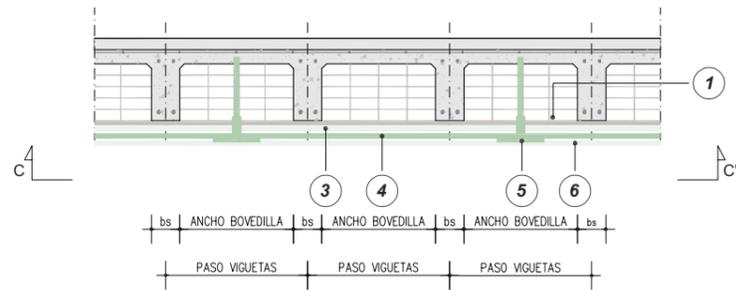


VISTA AXONOMÉTRICA
ENCAMISADO ANTICOLAPSO DE FORJADO

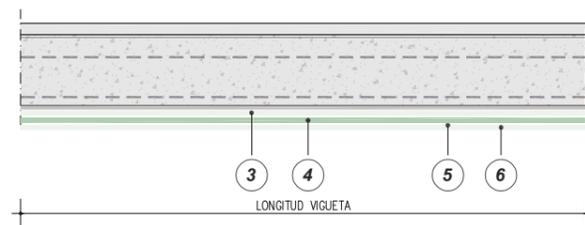


VISTA C - C'
SISTEMA DE PREVENCIÓN DE FORJADOS DE HORMIGÓN CON BOVEDILLAS CERÁMICAS CON PROBLEMAS DE COLAPSO CON MALLA BIAIXIAL DE BASALTO GEO GRID 120

0 m 0.25 m 0.5 m 1 m



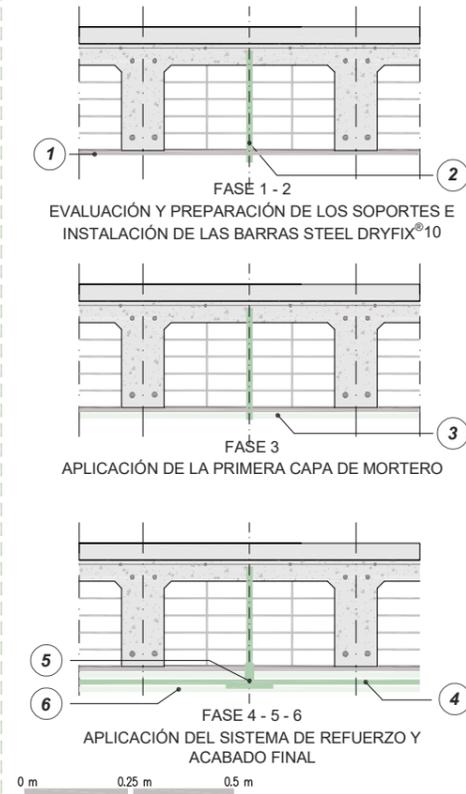
SECCIÓN A - A'
SISTEMA DE PREVENCIÓN DE FORJADOS DE HORMIGÓN CON BOVEDILLAS CERÁMICAS CON PROBLEMAS DE COLAPSO CON MALLA BIAIXIAL DE BASALTO GEO GRID 120



SECCIÓN B - B'
SISTEMA DE PREVENCIÓN DE FORJADOS DE HORMIGÓN CON BOVEDILLAS CERÁMICAS CON PROBLEMAS DE COLAPSO CON MALLA BIAIXIAL DE BASALTO GEO GRID 120

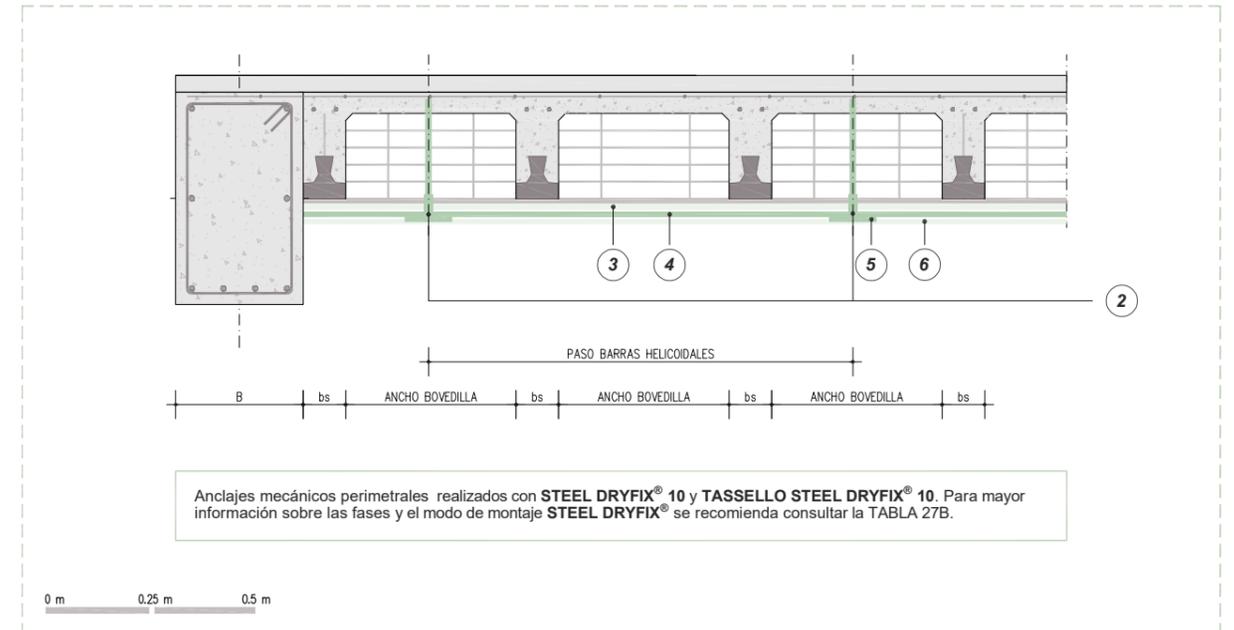
0 m 0.25 m 0.5 m 1 m

FASES OPERATIVAS



- 1 PREPARACIÓN DEL SOPORTE: ELIMINACIÓN COMPLETA DE PINTURA, COMPROBACIÓN DE LAS CONDICIONES DEL ENFOSCADO EXISTENTE Y POSTERIOR GENERACIÓN DE RUGOSIDAD DE LA SUPERFICIE DE AL MENOS 0,5 mm
- 2 INSTALACIÓN DE LAS BARRAS **STEEL DRYFIX 10®** EN EL INTERIOR DEL AGÜJERO GUÍA MEDIANTE LA HERRAMIENTA **MANDRINO STEEL DRYFIX® 10-12** EN CORRESPONDENCIA CON LAS BOVEDILLAS HASTA PENETRAR 2 - 3 cm EN LA CAPA DE COMPRESIÓN
- 3 APLICACIÓN DEL SISTEMA DE ENCAMISADO: EXTENDER UNA PRIMERA MANO DE **GEOCALCE® MULTIUSO**, GARANTIZANDO SOBRE EL SOPORTE UNA CANTIDAD DE MATERIAL SUFICIENTE (ESPESOR DE UNA PRIMERA CAPA DE 3 - 5 mm) PARA INSTALAR Y EMBEBER LA MALLA DE REFUERZO
- 4 APLICACIÓN, SOBRE LA MATRIZ AÚN FRESCA, DE LA MALLA DE FIBRA DE BASALTO **GEO GRID 120**, GARANTIZANDO EL COMPLETO EMBEBIDO DE LA MISMA EN LA CAPA DE MATRIZ. EL REFUERZO DEBE APLICARSE DE MANERA EXTENDIDA SOBRE TODA LA SUPERFICIE INVOLUCRADA. EN LOS PUNTOS DE UNIÓN LONGITUDINAL, SOLAPAR DOS CAPAS DE TEJIDO AL MENOS 20 cm (Ls)
- 5 EN LA CABEZA DE LAS BARRAS HELICOIDALES SE ENROSCA EL **TASELLO STEEL DRYFIX® 10**
- 6 ACABADO FINAL PROTECTOR, REALIZADA CON **GEOCALCE® MULTIUSO**, CON EL FIN DE EMBEBER TOTALMENTE EL SISTEMA DE ENCAMISADO (ESPESOR COMPLETO ENTRE 5 - 8 mm)

REFUERZO VIGA Y FORJADO



0 m 0.25 m 0.5 m

10B Reparación y prevención frente a problemas de colapso mediante enfoscado de acabado a base de cal hidráulica natural y malla biaxial de fibra natural de basalto

PRESCRIPCIÓN

1. Preparación de los soportes. Eliminar completamente enfoscados, pinturas y los posibles trozos de bovedillas cerámicas dañadas o en proceso de imminente rotura, sanear las partes de viguetas de hormigón armado dañadas o afectadas, reconstruyendo y volviendo a reparar las secciones de las viguetas con GEOLITE, y posible refuerzo con los tejidos GEOSTEEL (ver tabla. 9). Limpiar el soporte, eliminando cualquier residuo de polvo, grasa, aceite y otras sustancias contaminantes con aire a presión o cepillado enérgico con el objetivo de garantizar sobre toda la superficie objeto de la actuación un soporte cohesivo.
2. Reconstrucción de la geometría del intradós del forjado. Obtener un perfil plano del forjado con el relleno de las bovedillas dañadas o eliminadas, con la colocación de paneles aislantes EPS KLIMA AIR del espesor oportuno, adecuadamente encolados con KERAKLIMA ECO teniendo la precaución de limpiar bien el soporte, garantizando una superficie seca, consistente y sin partes friables. Para destinos de uso particulares, sujetos a prestaciones de resistencia al fuego, es posible sustituir el panel KLIMA AIR por un panel incombustible, tipo lana de roca, igualmente instalable con KERAKLIMA ECO. La aplicación debe garantizar el relleno de todos los huecos y la realización de un plano de colocación liso con el intradós de las viguetas anteriormente reconstruidas con GEOLITE, eventualmente igualando la superficie con una primera mano de KERAKLIMA ECO en un espesor de 15 mm máximo por mano.
3. Aplicación del sistema de refuerzo. Finalizada la colocación de los paneles de EPS KLIMA AIR, y la posible regularización de la superficie, se procederá a la realización del sistema de refuerzo estructural mediante la colocación de la malla GEO GRID 120, aplicada de manera extendida sobre toda la superficie afectada por colapso, englobando al menos 2 viguetas perimetrales en el área de actuación, para garantizar el anclaje de la malla en el intradós de las viguetas, procurando que sobresalgan al menos 10 cm desde el borde de las mismas.
Se aconseja instalar para todo el perímetro de la superficie objeto de intervención las barras helicoidales de acero inoxidable AISI 316, STEEL DRYFIX 10, en cantidad y distribución indicada por el técnico competente (se aconsejan 2 elementos por m²). Aplicar una primera mano de GEOCALCE TENACE, garantizando sobre el soporte la cantidad de material suficiente (espesor medio 3 - 5 mm) para adherir y embeber la malla de refuerzo. Posteriormente aplicar, sobre la matriz aún fresca, la malla de fibra de basalto GEO GRID 120, garantizando el perfecto embebido de la misma en la capa de matriz, ejerciendo un presión enérgica con la llana y teniendo la precaución de que el propio mortero fluya entre la trama de la malla para garantizar una óptima adhesión entre la primera y segunda capa de matriz. En los puntos de unión longitudinal, superponer dos capas de malla al menos 20 cm. Antes de aplicar la segunda mano de GEOCALCE TENACE enroscar en el extremo de la barra el correspondiente TASSELLO STEEL DRYFIX 10. Concluir la aplicación con el alisado final protector (espesor total del refuerzo 5 - 8 mm), siempre realizado con GEOCALCE TENACE, con el objetivo de embeber totalmente el refuerzo. ES NECESARIO QUE LAS DOS MANOS DE GEOCALCE TENACE NO SUPEREN EL ESPESOR MÁXIMO DE 10 MM.
4. Protección y decoración. Dados los tiempos de secado de GEOCALCE TENACE, cualquier decoración y protección final de las nuevas superficies se puede realizar mediante el uso de una pintura para interior de la colección MODERNA.

El proyectista puede elegir, en base a exigencias de proyecto, como alternativa a la malla GEO GRID 120, el tejido GEOSTEEL GRID 200 o RINFORZO ARV 100:

- GEOSTEEL GRID 200: tejido biaxial equilibrado de fibra de basalto y acero inoxidable AISI 304, con tratamiento protector especial alcalino resistente de resina al agua exenta de disolventes de Kerakoll (gramaje del tejido ≈ 200 g/m², espesor equivalente 0,032 mm)
- RINFORZO ARV 100: tejido biaxial de fibra de vidrio alcalino resistente y aramíca de Kerakoll (gramaje del tejido aprox. 250 g/m² ± 5%, espesor equivalente urdimbre 0,031 mm, trama 0,049 mm).

ESPECIFICACIÓN DE PROYECTO

Sistema de reparación y prevención para forjado de hormigón armado y bovedilla cerámica con problemas de colapso mediante instalación de malla compensada de fibra de basalto, con tratamiento especial protector alcalino-resistente, con resina al agua exenta de disolventes - tipo GEO GRID 120 de Kerakoll - características técnicas certificadas: resistencia a tracción > 1250 MPa; módulo elástico E > 56 GPa; dimensión de la malla 22x22 mm, espesor equivalente de la malla t_f = 0,023 mm; gramaje ≈ 130 g/m², impregnado con mortero de enfoscado de altísima higroscopicidad y transpirabilidad a base cal hidráulica natural NHL 3.5, Geoligante, fibras minerales e inertes de arena silícea y calizas dolomíticas de curva granulométrica 0 - 1,8 mm, GreenBuilding Rating 5 -tipo GEOCALCE TENACE de Kerakoll - características técnicas certificadas: coeficiente de resistencia al vapor de agua 10 (EN 1015-19), conductividad térmica 0,54 W/mK (EN 1745). El enfoscado natural esta provisto de marcado CE, clase GP/ CS III / W1 (EN 998-1), reacción al fuego clase A1 (EN 13501-1), adhesión al soporte a los 28 días > 0,5 N/mm² - FP: B (EN 1015-12). Para dar planeidad al soporte colocar los paneles de EPS KLIMA AIR encolados y perfectamente alisados con llana dentada mediante Adhesivo&Mortero de Alisado mineral certificado, eco-compatible, idóneo para la colocación de alta resistencia y elevada deformabilidad de paneles de EPS, GreenBuilding Rating 3, intervalo granulométrico 0 - 1400 μm, con marcado ETAG 004, - tipo KERAKLIMA ECO de Kerakoll - características técnicas certificadas: resistencia a compresión > 10 MPa (EN 12808-3); resistencia a tracción por flexión a 28 días ≥ 6 MPa (EN 12808-3); adhesión: sobre hormigón a los 28 días > 1 MPa, sobre ladrillo a los 28 días > 0,7 MPa, sobre EPS > 0,2 MPa (ETAG 004); resistencia a la difusión al vapor de agua μ19 (EN 12572); clase de reacción al fuego A1 (EN 13501-1). Para anclar mecánicamente el sistema al soporte, instalar por todo el perímetro de la superficie objeto de intervención las barras helicoidales certificadas de acero inoxidable AISI 304 - AISI 316, provistas con marcado CE, en el correspondiente agujero guía en el elemento estructural, previo posible tratamiento de reparación de las zonas dañadas. provistas y puestas en obra con el mandril a percusión adecuado, - tipo STEEL DRYFIX 8/10* de Kerakoll - características técnicas certificadas: carga de rotura a tracción > 12,7/16,2 kN*; carga de rotura a cortante > 7,2/9,5 kN*; módulo elástico > 150 GPa; deformación última a rotura 4/3%; área nominal 11/15,50 mm²*.

La actuación se desarrollará en las siguiente fases: eliminación completa de enfoscados, pinturas y posibles partes de bovedilla dañadas. Posible reconstrucción de la planicidad del forjado mediante paneles de EPS encolados y perfectamente alisados con el Adhesivo&Mortero de Alisado mineral. Realización del agujero guía con la posterior instalación de la barras helicoidales de acero inoxidable AISI 316; aplicación de una primera mano de mortero de alisado mineral eco-compatible, espesor medio 3 mm; con el mortero aún fresco, proceder a la colocación de la malla de fibra de basalto, 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 de la malla a la matriz o al soporte; enroscado del TASSELLO STEEL DRYFIX 8/10* sobre la cabeza de la barra helicoidal anteriormente instalada; ejecución de la segunda capa de matriz, en un espesor total del refuerzo de 5 mm con el objetivo de embeber totalmente la malla de refuerzo y cerrar los posibles huecos subyacentes.

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 de los enfoscados y de las pinturas, la demolición de las bovedillas de hormigón dañadas, la reconstrucción volumétrica de las bovedillas dañadas con paneles de EPS y sus correspondientes encolados; las pruebas de aceptación del material; las investigaciones pre- y post- intervención; todos los servicios auxiliares para la ejecución de los trabajos.

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

*en función del tipo de barra STEEL DRYFIX a usar.

1

Relleno de huecos con paneles de EPS KLIMA AIR encolados con KERAKLIMA ECO.



2

Aplicación de la primera mano de GEOCALCE TENACE.



3

Instalación malla GEO GRID 120.



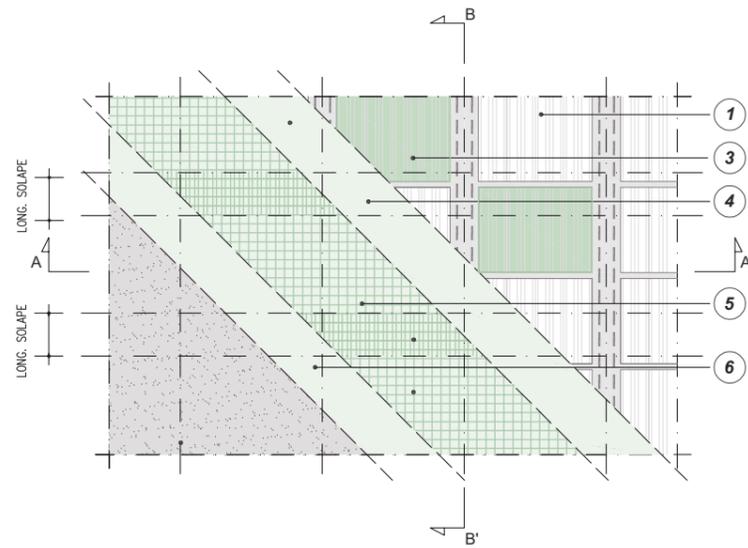
4

Alisado de acabado final con GEOCALCE TENACE.



10B

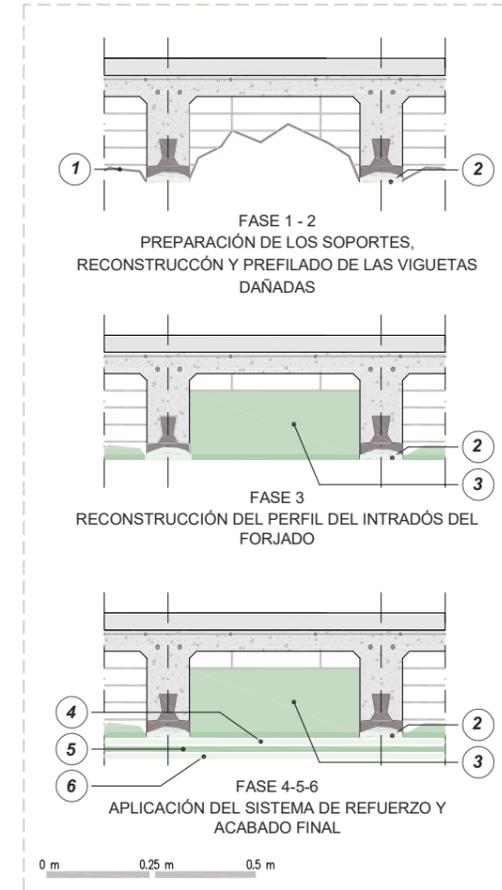
REPARACIÓN Y PREVENCIÓN FRENTE A PROBLEMAS DE COLAPSO MEDIANTE ENFOSCADO DE ACABADO A BASE DE CAL HIDRÁULICA NATURAL Y MALLA BIAIXIAL DE FIBRA NATURAL DE BASALTO



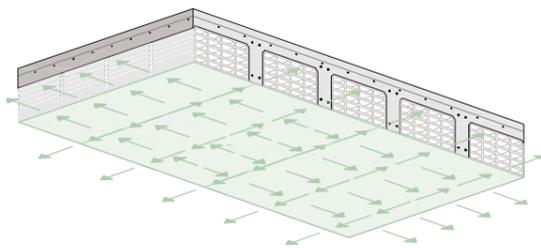
VISTA C - C'
ENCAMISADO DE FORJADOS DE HORMIGÓN Y BOVEDILLA CERÁMICA CON PROBLEMAS DE COLAPSO MEDIANTE MALLA GEO GRID 120 O GEOSTEEL GRID 200 O RINFORZO ARV 100

0 m 0.25 m 0.5 m 1 m

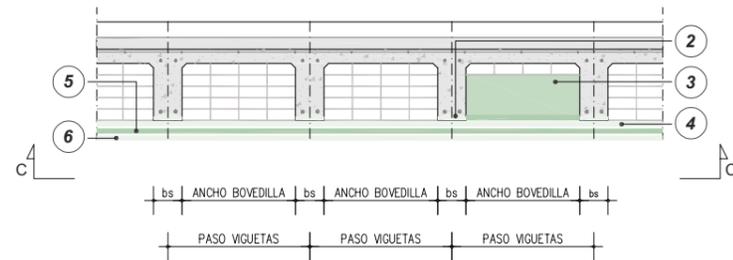
FASES OPERATIVAS



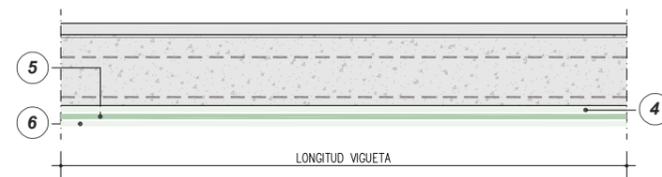
- 1 RECONSTRUCCIÓN Y PERFILADO DE LAS VIGUETAS DAÑADAS MEDIANTE **GEOLITE®** Y POSIBLE REFUERZO REALIZADO CON TEJIDOS **GEOSTEEL G600/G1200**. LIMPIEZA DEL SOPORTE: ELIMINACIÓN DE RESIDUOS DE POLVO, GRASA, ACEITES Y OTRAS SUSTANCIAS CONTAMINANTES CON AIRE A PRESIÓN O CEPILLADO ENÉRGICO, ELIMINACIÓN DE LA PINTURA, SI FUERA EL CASO, CON EL FIN DE GARANTIZAR EN TODA LA SUPERFICIE OBJETO DE LA INTERVENCIÓN UN SOPORTE COHESIVO
- 2 REALIZACIÓN DE LA PLANEIDAD DEL FORJADO CON RELLENO DE LAS BOVEDILLAS DAÑADAS O ELIMINACIÓN DE LAS BOVEDILLAS MEDIANTE LA COLOCACIÓN DEL ESPESOR ADECUADO DE PANELES TERMOAISLANTES DE EPS **KLIMA AIR** PEGADOS AL RESTO DE LA BOVEDILLA EXISTENTE CON **KERAKLIMA ECO**. LA APLICACIÓN DEBE GARANTIZAR EL RELLENO DE TODOS LOS HUECOS Y LA REALIZACIÓN DE UN PLANO ENRASADO CON EL INTRADÓS DE LAS VIGUETAS CON UNA PRIMERA MANO DE **KERAKLIMA ECO**
- 3 Para destinos de uso particulares que deban presentar resistencia al fuego elevadas, es posible sustituir el panel de EPS por un panel incombustible, tipo lana de roca, adherido con **KERAKLIMA ECO**. En presencia de grandes superficies a reparar se valorará la posibilidad de anclar los paneles de lana de roca con **ANCLAJE ATORNILLADO DE ACERO**.
- 4 EXTENDER DE UNA PRIMERA MANO DE **GEOCALCE® TENACE**, GARANTIZANDO SOBRE EL SOPORTE UNA CANTIDAD DE MATERIAL SUFICIENTE (ESPESOR PRIMERA CAPA APROXIMADO DE 3-5 mm) PARA APLICAR Y EMBEBER LA MALLA DE REFUERZO
- 5 APLICACIÓN, SOBRE LA MATRIZ AÚN FRESCA, DE LA MALLA DE FIBRA DE BASALTO **GEO GRID 120**, O DE BASALTO Y ACERO INOXIDABLE **GEOSTEEL GRID 200**, O DEL TEJIDO DE FIBRA DE VIDRIO Y ARAMIDA **RINFORZO ARV 100**, GARANTIZANDO EL COMPLETO EMBEBIDO DE LOS TEJIDOS EN LA CAPA DE LA MATRIZ. EL REFUERZO DEBE SER APLICADO DE MANERA EXTENDIDA SOBRE TODA LA SUPERFICIE INVOLUCRADA EN LA ACTUACIÓN Y SOBRE TODA LA SUPERFICIE COMPRENDIDA ENTRE DOS VIGUETAS, TENIENDO LA PRECAUCIÓN DE SUPERARLAS AL MENOS 10 cm, DEL PERFIL DE LAS MISMAS. EN LOS PUNTOS DE UNIÓN LONGITUDINAL, SOLAPAR DOS CAPAS DE TEJIDO AL MENOS 20 cm (Ls)
- 6 ACABADO FINAL PROTECTOR, REALIZADO CON **GEOCALCE® TENACE**, CON EL FIN DE EMBEBER TOTALMENTE EL REFUERZO. ESPESOR COMPLETO DEL REFUERZO 5-8 mm
- 7 POSIBILIDAD DE REALIZAR UN SISTEMA DE CONEXIÓN A LO LARGO DEL PERÍMETRO DE LA SUPERFICIE OBJETO DE REFUERZO MEDIANTE BARRAS HELICOIDALES DE ACERO INOXIDABLE 316 **STEEL DRYFIX® 10** INSTALADAS EN SECO Y EN LA CABEZA DE LAS BARRAS SE ENROSCA EL **TASSELLO STEEL DRYFIX® 10**



VISTA AXONOMÉTRICA
ENCAMISADO ANTICOLAPSO DE FORJADO



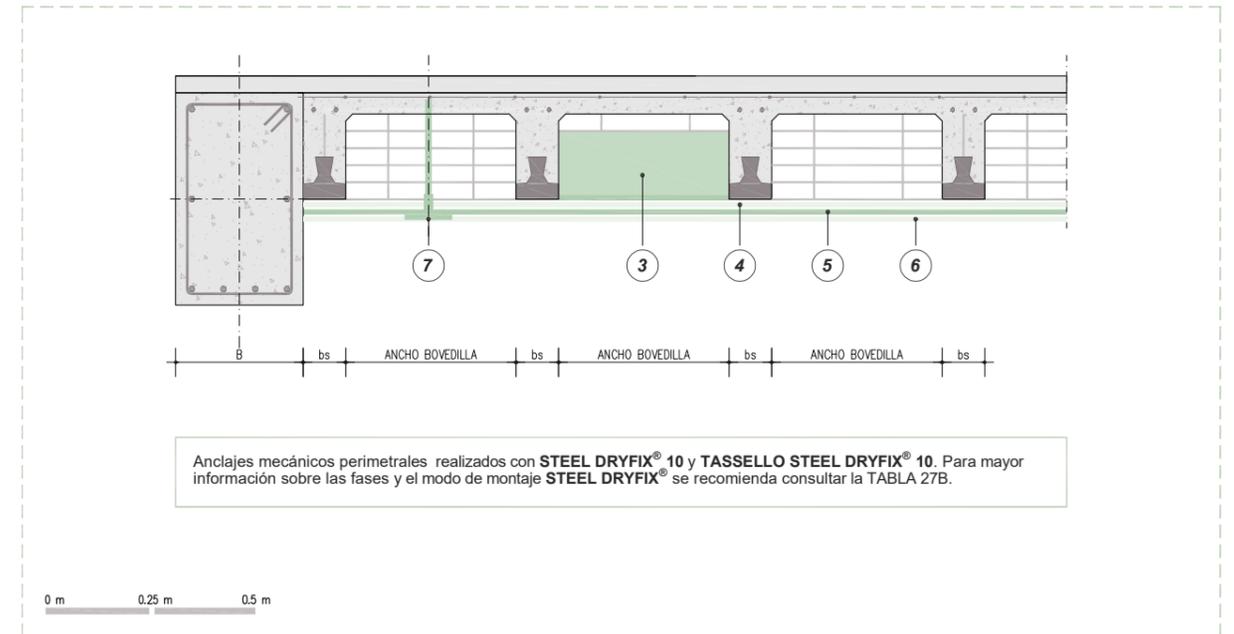
SECCIÓN A - A'
ENCAMISADO DE FORJADOS DE HORMIGÓN Y BOVEDILLA CERÁMICA CON PROBLEMAS DE COLAPSO MEDIANTE MALLA GEO GRID 120 O GEOSTEEL GRID 200 O RINFORZO ARV 100



SECCIÓN B - B'
ENCAMISADO DE FORJADOS DE HORMIGÓN Y BOVEDILLA CERÁMICA CON PROBLEMAS DE COLAPSO MEDIANTE MALLA GEO GRID 120 O GEOSTEEL GRID 200 O RINFORZO ARV 100

0 m 0.25 m 0.5 m 1 m

DETALLE CONEXIÓN PERIMETRAL



0 m 0.25 m 0.5 m

11A

Refuerzo a flexión mediante rigidización del trasdós de forjados de hormigón armado y bovedilla cerámica o losa de H.A. mediante armado complementario y relleno colaborante de geomortero mineral estructural fluido

PRESCRIPCIÓN

1. Preparación de los soportes. Antes de apuntalar el forjado, eliminar posible pavimentación y soleras existentes, generar rugosidad en el soporte de hormigón mayor o igual a 5 mm, equivalente al grado 9 del "Kit de ensayo de preparación de soportes de hormigón armado y mampostería", mediante escarificación mecánica o hidrodemolición, previendo la eliminación en profundidad del hormigón dañado hasta conseguir una capa de hormigón con buena resistencia y sin carbonatar. Posteriormente, eliminar el óxido de la armadura que debe limpiarse mediante cepillado (manual o mecánico) o chorro de arena. Limpiar el soporte, eliminando cualquier residuo de polvo, grasa, aceite y otras sustancias contaminantes con aire a presión o hidrolimpiadora. Para recrecidos de espesor en superficies extensas, se requiere la aplicación de una malla de armadura metálica anclada oportunamente al soporte.
2. Armadura complementaria. Prever la adecuada malla metálica adicional de armado, debidamente calculada y comprobada por el técnico competente (se aconseja una malla electrosoldada con luz de malla 10x10, de 5 mm de diámetro), fijada al soporte existente, estable y resistente, por medio de los anclajes idóneos dispuestos con el paso predeterminado. Es necesario que la malla esté debidamente distanciada del soporte, en el tercio superior del espesor del recrecido del mortero, garantizando una correcto recubrimiento de la armadura. La malla adicional debe aplicarse en toda el área de la actuación de refuerzo.
3. Refuerzo mediante nueva capa monolítica colaborante en el trasdós. Realizar el aumento de la sección resistente del forjado mediante recrecido del trasdós por vertido de geomortero fluido GEOLITE MAGMA, sobre soporte saturado exento de agua líquida en superficie. Como alternativa, sobre superficies horizontales de hormigón, aplicar GEOLITE BASE sobre el soporte seco, con el fin de garantizar una absorción regular y favorecer la natural cristalización del geomortero. Indicativamente, la nueva capa de compresión debe tener un espesor no inferior a 4 cm. Aplicar GEOLITEMAGMA por vertido, en función de la geometría de la obra. Para aplicaciones que prevean espesores superiores a los 6 cm (inferiores a 10 cm), realizar un micro-hormigón añadiendo KERABUILD GHIAIA (gravilla lavada y seleccionada con curva granulométrica 6 - 10 mm, conforme a la EN 12620) en proporción del 25-30% del peso de GEOLITE MAGMA. Vigilar el curado del producto al menos durante las primeras 24 horas. Una vez curado el nuevo vertido, eliminar los puntales.

ADVERTENCIAS

La actuación en el trasdós, si es necesario, puede realizarse en combinación con el refuerzo por el intradós de los sistemas de matriz mineral SRG o matriz epoxídica SRP, como se indica en la TABLA. 9.

ESPECIFICACIÓN DE PROYECTO

Refuerzo a flexión mediante rigidización del trasdós de forjados existentes mediante aplicación por vertido de geomortero mineral certificado, eco-compatible, fluido, de fraguado normal, a base de Geoligante de reacción cristalina, con bajísimo contenido de polímeros petroquímicos y exento de fibras orgánicas, específico para la pasivación, la reparación y la consolidación monolítica de durabilidad garantizada de estructuras de hormigón y el anclaje de elementos metálicos - tipo GEOLITE MAGMA de Kerakoll - GreenBuilding Rating 4, provista de marcado CE y conforme a los requisitos prestacionales requeridos por la Norma EN 1504-7 para la pasivación de las barras de armadura, EN 1504-3, Clase R4 (maduración en CC y PCC) para la reconstrucción volumétrica y la consolidación y EN 1504-6 de efecto expansivo para el anclaje de acuerdo a los Principios 3, 4, 7 y 11 definidos por la EN 1504-9, características técnicas certificadas: ninguna corrosión de la barra metálica (EN 15183), resistencia a compresión a los 28 días > 75 MPa (EN 12190), resistencia a la tracción por flexión a los 8 días > 9 MPa (EN 196-1), adhesión a los 28 días > 2 MPa (EN 1542), modulo elástico E a los 28 días \geq 20 GPa (EN 13412), resistente a la carbonatación (EN 13295). Para espesores de recrecido importantes, prever la mezcla con una relación del 30% en peso de gravilla lavada y seleccionada de curva granulométrica 6 - 10 mm, conforme a la EN 12620 - tipo KERABUILD GHIAIA 6-10 de Kerakoll.

La actuación se desarrollará en las siguientes fases: demolición y eliminación de pavimentación y soleras existentes, posible picado del hormigón dañado mediante hidrosacarificación, generación de rugosidad y limpieza de las superficies existentes (a contabilizar aparte); eventual tratamiento preventivo del soporte mediante preparador certificado eco-compatible al agua, monocomponente, específico para la reducción de la absorción y facilitar la natural cristalización y adhesión monolítica del geomortero al soporte - tipo GEOLITE BASE de Kerakoll - GreenBuilding Rating 5 (el vertido se realizará después de la primera hora y antes de las ocho siguientes) o sistema epoxídico bicomponente, fluido - tipo KERABUILD EPOPRIMER de Kerakoll - provisto de marcado CE, GreenBuilding Rating 3 y conforme a los requisitos prestacionales requeridos por la Norma EN 1504-4 de productos para la adhesión estructural; vertido en el trasdós de superficies horizontales, respetando las correctas técnicas aplicativas.

Todo será realizado previo apuntalamiento del forjado objeto de la intervención de refuerzo.

Incluido todo aquello necesario para dejar el trabajo acabado, excluyendo el armado adicional y el apuntalamiento. Se excluye: las pruebas de aceptación del material; los ensayos pre y post actuación; la posible limpieza del soporte; la eventual eliminación de pavimentos, soleras, etc.; todos los medios auxiliares necesarios para la ejecución de los trabajos.

El precio es por metro cuadrado para un espesor de n* cm.

*según el espesor aplicado

1

Instalación malla metálica de armado.



2

Fijación de armadura adicional y vertido de GEOLITE MAGMA.



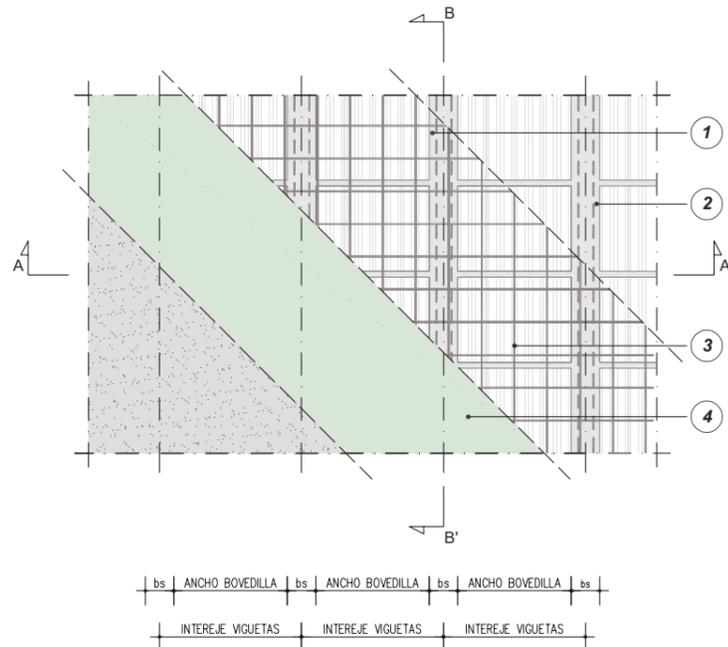
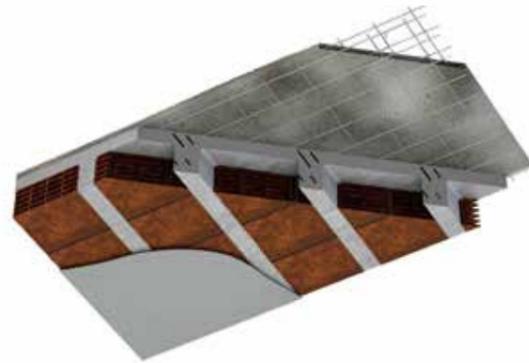
3

"Masajeado" superficial del vertido.



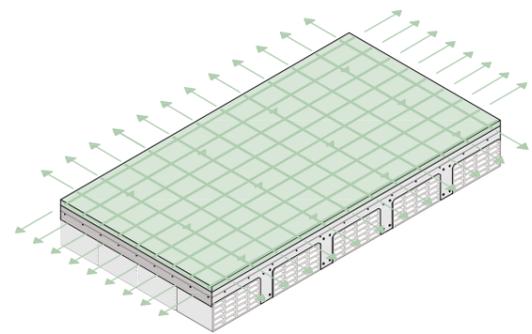
11A

REFUERZO A FLEXIÓN MEDIANTE RIGIDIZACIÓN DEL TRASDÓS DE FORJADOS DE HORMIGÓN ARMADO Y BOVEDILLA CERÁMICA O LOSA DE H.A. MEDIANTE ARMADO COMPLEMENTARIO Y RELLENO COLABORANTE DE GEOMORTERO MINERAL ESTRUCTURAL FLUIDO

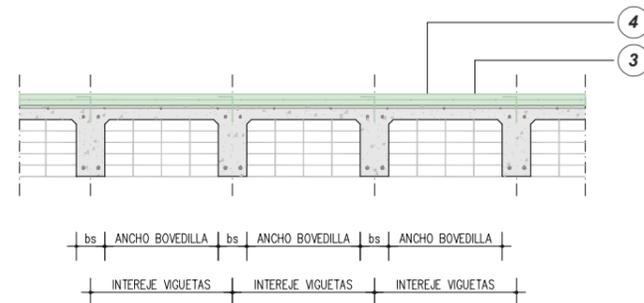


PLANTA
REFUERZO A FLEXIÓN MEDIANTE RIGIDIZACIÓN POR EL TRASDÓS DE FORJADO DE H.A. Y BOVEDILLA CERÁMICA O LOSA DE H.A. CON ARMADO COMPLEMENTARIO Y VERTIDO COLABORANTE

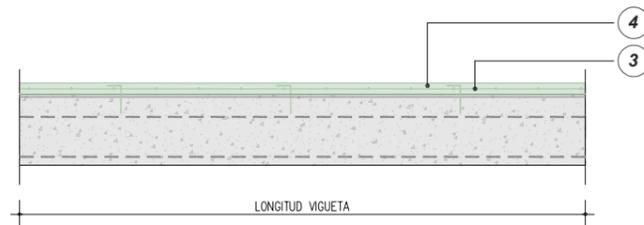
0 m 0.25 m 0.5 m 1 m



VISTA AXONOMÉTRICA
RIGIDIZACIÓN DEL TRASDÓS DEL FORJADO



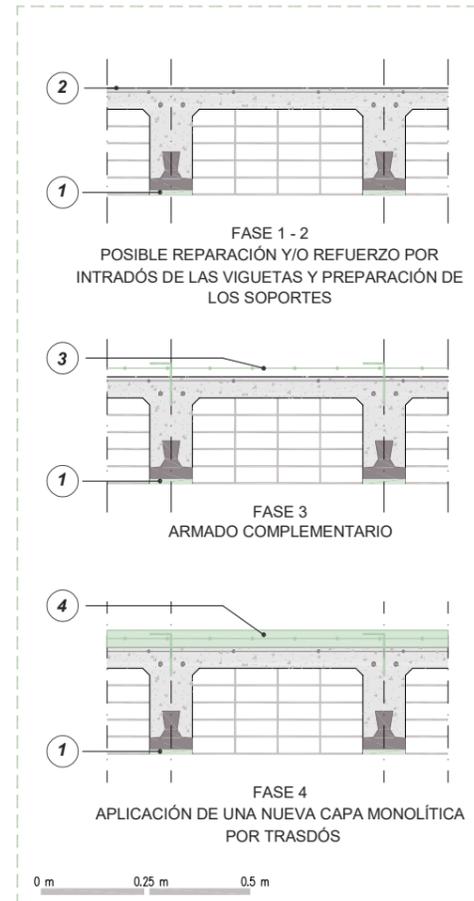
SECCIÓN A - A'
REFUERZO A FLEXIÓN MEDIANTE RIGIDIZACIÓN POR EL TRASDÓS DE FORJADO DE H.A. Y BOVEDILLA CERÁMICA O LOSA DE H.A. CON ARMADO COMPLEMENTARIO Y VERTIDO COLABORANTE



SECCIÓN B - B'
REFUERZO A FLEXIÓN MEDIANTE RIGIDIZACIÓN POR EL TRASDÓS DE FORJADO DE H.A. Y BOVEDILLA CERÁMICA O LOSA DE H.A. CON ARMADO COMPLEMENTARIO Y VERTIDO COLABORANTE

0 m 0.25 m 0.5 m 1 m

FASES OPERATIVAS



1 POSIBLE REPARACIÓN Y/O REFUERZO POR INTRADÓS DE LAS VIGUETAS DE H.A. DEL FORJADO, PREVIO APUNTALAMIENTO DEL FORJADO OBJETIVO (VER TABLA 9). VERIFICAR LA IDONEIDAD DE LA CLASE DE RESISTENCIA DEL HORMIGÓN DE SOPORTE ANTES DE APLICAR EL REFUERZO

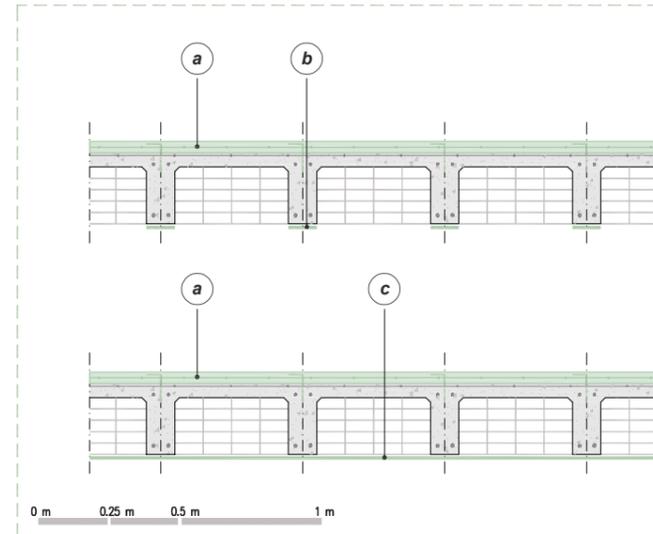
2 PREPARACIÓN DEL SOPORTE: ELIMINAR EL POSIBLE PAVIMENTO Y SOLERA EXISTENTES. GENERACIÓN DE RUGOSIDAD DEL SOPORTE DE HORMIGÓN (RUGOSIDAD ≥ 5 mm) MEDIANTE ESCARIFICACIÓN MECÁNICA O HIDRODEMOLICIÓN, ELIMINACIÓN EN PROFUNDIDAD DEL HORMIGÓN DAÑADO HASTA LLEGAR A LA CAPA DE HORMIGÓN CON BUENA RESISTENCIA Y SIN CARBONATAR. ELIMINAR EL ÓXIDO DE LA ARMADURA MEDIANTE CEPILLADO (MANUAL O MECÁNICO) O CHORRO DE ARENA. LIMPIAR EL SOPORTE PARA ELIMINAR CUALQUIER RESIDUO DE POLVO, GRASA, ACEITES Y OTRAS SUSTANCIAS CONTAMINANTES CON AIRE A PRESIÓN O HIDROLIMPIADORA.

3 ARMADO COMPLEMENTARIO: PREVER LA ADECUADA MALLA METÁLICA COMPLEMENTARIA, ADECUADAMENTE CALCULADA Y VERIFICADA POR EL TÉCNICO COMPETENTE HABILITADO (SE RECOMIENDA UNA MALLA ELECTROSOLDADA DE 10×10 cm², ϕ 5 mm), CORRECTAMENTE FIJADA AL SOPORTE EXISTENTE MEDIANTE LOS ANCLAJES IDÓNEOS COLOCADOS CON UN PASO PREESTABLECIDO. ES NECESARIO QUE LA MALLA SE DISTANCIE LO SUFICIENTE DEL SOPORTE, GARANTIZANDO EL RECUBRIMIENTO ADECUADO. LA MALLA COMPLEMENTARIA DEBERÁ SER INSTALADA EN TODA LA EXTENSIÓN DE LA ACTUACIÓN DE REFUERZO.

4 Sellado de posibles lesiones mediante inyecciones con sistemas epoxídicos y eliminación de polvo y residuos de hormigón. Sobre la superficie limpia y seca, aplicación del preparador de fondo **GEOLITE® BASE**. Reconstrucción de la sección con **GEOLITE® MAGMA**. Para recrecidos de bajo espesor de 10 a 35 mm introducir la fibras idóneas cortas; para recrecidos de espesor medio de 35 a 60 mm introducir malla electrosoldada galvanizada ϕ 5 mm de luz 100×100 mm² posicionada en el tercio superior del espesor y anclada con varillas de acero dobladas en "ele" e inyectadas al soporte con resina epoxídica **KERABUILD EPOFILL** (profundidad mínima de 60 mm). Para recrecidos de elevado espesor mayor de 60 mm (pero inferior a 100 mm) introducir la malla electrosoldada ϕ 5 de luz 100×100 mm² posicionada en el tercio superior del espesor y anclada con varillas de acero dobladas en "ele" e inyectadas al soporte con resina epoxídica **KERABUILD EPOFILL** (profundidad mínima de 100 mm). Añadir al mortero **KERABUILD GHIAIA 6-10** en un porcentaje del 25-30% sobre el peso de **GEOLITE® MAGMA**. Recomendable el uso combinado de malla electrosoldada con la fibras cortas idóneas. Realizar el curado en húmedo al menos las 24 primeras horas.

REFUERZO MEDIANTE NUEVA CAPA MONOLÍTICA COLABORANTE POR TRASDÓS: HUMECTAR HASTA OBTENER UN SOPORTE SATURADO, SIN AGUA LÍQUIDA EN SUPERFICIE. COMO ALTERNATIVA AL MOJADO CON AGUA, SOBRE SUPERFICIES HORIZONTALES DE HORMIGÓN, APLICACIÓN DEL PREPARADOR DE SOPORTE **GEOLITE® BASE** (SOBRE SOPORTE SECO) CON BROCHA, PULVERIZADOR O RODILLO HASTA SATURACIÓN. CREACIÓN DE UNA NUEVA CAPA DE COMPRESIÓN DE ESPESOR NO INFERIOR A 40 MM MEDIANTE **GEOLITE® MAGMA**. LA APLICACIÓN DE **GEOLITE® MAGMA** SE REALIZA POR VERTIDO. PARA ESPESORES SUPERIORES A 60 MM, SE PROCEDERÁ CON LA CONFECCIÓN DE UN MICROHORMIGÓN, AÑADIENDO **KERABUILD GHIAIA 6-10** (CONFORME A LA EN 12620) CON LA PROPORCIÓN DEL 30% SOBRE EL PESO DE **GEOLITE® MAGMA**. REALIZAR EL CURADO EN HÚMEDO AL MENOS LAS 24 PRIMERAS HORAS

COLABORACIÓN DE REFUERZO POR EL TRASDÓS Y EL INTRADÓS



a REFUERZO A FLEXIÓN MEDIANTE RIGIDIZACIÓN POR TRASDÓS CON ARMADO COMPLEMENTARIO Y VERTIDO COLABORANTE

b REFUERZO VIGUETAS MEDIANTE ENCAMISADO POR INTRADÓS (CONSULTAR TABLA 9)

c ENCAMISADO ANTICOLAPSO MEDIANTE MALLA DE FIBRA DE BASALTO **GEO GRID 120** O TEJIDO DE BASALTO Y ACERO INOXIDABLE **GEOSTEEL GRID 200** O DE FIBRA DE VIDRIO **RINFORZO ARV 100** Y **GEOCALCE® MULTIUSO/TENACE** (VER TABLA 10A Y TABLA 10B)

Puede ser necesario en fase de proyecto combinar la actuación trasdosal con la integración de la armadura intradosal mediante sistemas con tejidos minerales SRG o tejidos minerales SRP, según lo indicado en la TB.9.

CUADRO NORMATIVO

En los forjados, además de garantizar la resistencia a cargas verticales, se requiere rigidez en el propio plano con el fin de distribuir correctamente las acciones horizontales entre las estructuras verticales. El proyectista debe verificar que las características de los materiales, de las secciones resistentes así como de los espesores dimensionados en las distintas partes sean coherentes con tales expectativas. Con este objetivo se debe verificar que:

- 1) las deformaciones resulten compatibles con las condiciones de servicio del forjado y de los elementos constructivos y de las plantas conectadas por el mismo forjado;
- 2) exista, en base a las resistencias mecánicas de los materiales, un espesor adecuado entre la sección de las armaduras de acero, el ancho de los nervios de hormigón, su intereje y el espesor de la capa de compresión de finalización a modo que se asegure la rigidez en el plano y que se evite el peligro de efectos secundarios no deseados. (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 § C4.1.9)

11B

Refuerzo a flexión mediante rigidización del trasdós de forjados de hormigón armado y bovedilla cerámica o losa de H.A. mediante relleno colaborante de geomortero mineral fluido fibrorreforzado de altísimas prestaciones



PRESCRIPCIÓN

1. Preparación de los soportes. Antes de apuntalar el forjado, eliminar posible pavimentación y soleras existentes, generar rugosidad en el soporte de hormigón mayor o igual a 5 mm, equivalente al grado 9 del "Kit de ensayo de preparación de soportes de hormigón armado y mampostería", mediante escarificación mecánica o hidrodemolición, previendo la eliminación en profundidad del hormigón dañado hasta conseguir una capa de hormigón con buena resistencia y sin carbonatar. Posteriormente, eliminar el óxido de la armadura que debe limpiarse mediante cepillado (manual o mecánico) o chorro de arena. Limpiar el soporte, eliminando cualquier residuo de polvo, grasa, aceite y otras sustancias contaminantes con aire a presión o hidrolimpiadora.
2. Preparación de la superficie. Instalar las conexiones perimetrales entre el diafragma rígido y los muros circundantes y, si fuera necesario, colocar los conectores a cizalladura adecuados, oportunamente calculados y verificados por el técnico competente. Mojar hasta saturación la superficie, evitando dejar agua en superficie. Como alternativa a la humectación con agua, en superficies horizontales de hormigón, aplicar el preparador de soportes GEOLITE BASE (sobre soporte seco) con cepillo, brocha o rodillo a saturación (antes de realizar la sobreaplicación esperar de 1 a 8 horas, en función de las condiciones climáticas). En condiciones particulares, donde se requiera un anclaje de tipo químico, sobre soporte seco, es posible aplicar el adhesivo orgánico mineral fluido para juntas de hormigonado KERABUILD EPOPRIMER.
3. Refuerzo mediante nueva capa monolítica colaborante en el trasdós. Realizar el aumento de la sección resistente del forjado mediante recrecido del trasdós por vertido de geomortero fluido fibrorreforzado de elevada ductilidad SISTEMA GEOLITE FRC - GEOLITE MAGMA XENON & STEEL FIBER (Fiber Reinforced Concrete). La capa de compresión debe tener un espesor comprendido entre 15 y 40 mm. Para recrecidos mayores de 40 mm sobre superficies extensas, se recomienda la aplicación de un armado adicional anclado al soporte mediante perforación. Una vez preparado el soporte, aumentar la sección resistente mediante vertido, siguiendo las correctas técnicas aplicativas. La preparación de la mezcla se puede realizar en hormigonera o, para reducir la cantidad en capazo, usando un batidor a bajo número de revoluciones (manteniendo la proporción correcta de 6,5% en peso de fibras metálicas y polvo). Vigilar el curado del producto al menos durante las primeras 48 horas. Una vez madurado el nuevo vertido, eliminar los puntales.

ADVERTENCIAS

Antes de efectuar la intervención verificar la idoneidad de la clase de resistencia del hormigón de soporte.

El proyectista puede elegir, en base a las exigencias de proyecto, como alternativa al geomortero GEOLITE MAGMA XENON, el geomortero GEOLITE MAGMA siempre en combinación con las fibras metálicas cortas STEEL FIBER, manteniendo invariada la relación del 6,5% en peso.

La actuación en el trasdós, si es necesario, puede realizarse en combinación con el refuerzo por el intradós de los sistemas de matriz mineral SRG o matriz epóxica SRP, como se indica en la TABLA. 9.

ESPECIFICACIÓN DE PROYECTO

Refuerzo por el trasdós de forjado existente mediante vertido, previa adecuada preparación del soporte, de geomortero fluido fibrorreforzado de elevada ductilidad y altísimas prestaciones, FRC (Fiber Reinforced Concrete), realizado con geomortero mineral certificado, eco-compatible, fluido, a base de Geoligante de reacción cristalina, con bajísimo contenido de polímeros petroquímicos y exento de fibras orgánicas, específico para la pasivación, la reparación y la consolidación monolítica de durabilidad garantizada de estructuras de hormigón y el anclaje de elementos metálicos - tipo GEOLITE MAGMA XENON de Kerakoll - GreenBuilding Rating 2, provista de marcado CE y conforme a los requisitos prestacionales requeridos por la Norma EN 1504-7 para la pasivación de las barras de armadura, EN 1504-3, Clase R4 (maduración en CC y PCC) para la reconstrucción volumétrica y la consolidación y EN 1504-6 de efecto expansivo para el anclaje de acuerdo a los Principios 3, 4, 7 y 11 definidos por la EN 1504-9; mezcla con fibras de acero obtenidas mediante trefilado en frío de alambres de alta resistencia y alto contenido en carbono, provisto de marcado CE y conforme a los requisitos prestacionales requeridos por Norma EN 14889-1 para el uso estructural - tipo STEEL FIBER de Kerakoll - características técnicas certificadas: longitud 13 mm; diámetro 0,20 mm; resistencia a tracción ≥ 3100 MPa; modulo elástico ≥ 200 GPa.

Características mecánicas certificadas de acuerdo con las directrices FRC del C.S.LL.PP.: resistencia a compresión a los 28 días (valor característico) $> 106,5$ MPa (EN12390-3); resistencia a tracción por flexión a los 28 días: 7,4 MPa (valor medio, CNR DT 204); módulo elástico a compresión a los 28 días $> 43,41$ GPa (NTC 2018); clase de tenacidad $f_{R,1k}=9,54$ MPa, $f_{R,2k}=8,83$ MPa, $f_{R,3k}=7,33$ MPa, $f_{R,4k}=6,10$ MPa y $f_{R,3k}/f_{R,1k}=0,768$ (valores característicos, EN14651).

La actuación se desarrollará en las siguiente fases: demolición y eliminación de pavimentación y soleras existentes, posible picado del hormigón dañado mediante hidroscarificación, generación de rugosidad y limpieza de las superficies existentes; eventual tratamiento preventivo del soporte mediante preparador certificado eco-compatible al agua, monocomponente, específico para la reducción de la absorción y facilitar la natural cristalización y adhesión monolítica del geomortero al soporte - tipo GEOLITE BASE de Kerakoll - GreenBuilding Rating 5 (el vertido se realizará después de la primera hora y antes de las ocho siguientes) o sistema epoxidico bicomponente, fluido - tipo KERABUILD EPOPRIMER de Kerakoll - provisto de marcado CE, GreenBuilding Rating 3 y conforme a los requisitos prestacionales requeridos por la Norma EN 1504-4 de productos para la adhesión estructural; vertido en el trasdós de superficies horizontales, respetando las correctas técnicas aplicativas del sistema FRC.

Todo será realizado previo apuntalamiento del forjado objeto de la intervención de refuerzo.

Incluido todo aquello necesario para dejar el trabajo acabado, excluyendo el armado adicional, el apuntalamiento. 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 las obras.

1

Preparación de los soportes.



2

Instalación de la conexión con los muros perimetrales.



3

Mezcla del SISTEMA GEOLITE FRC.



4

Vertido del SISTEMA GEOLITE FRC.



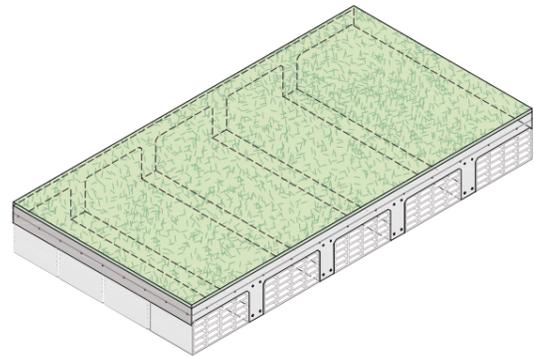
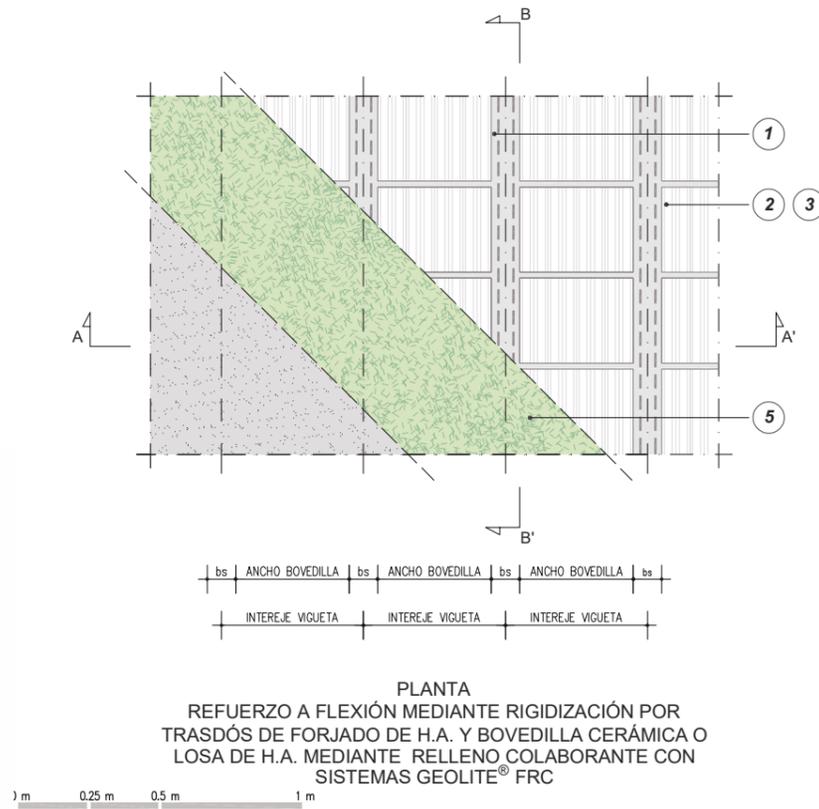
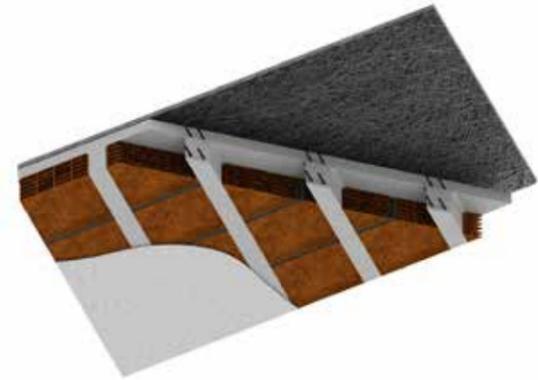
5

"Masajeado" superficial del vertido.



11B

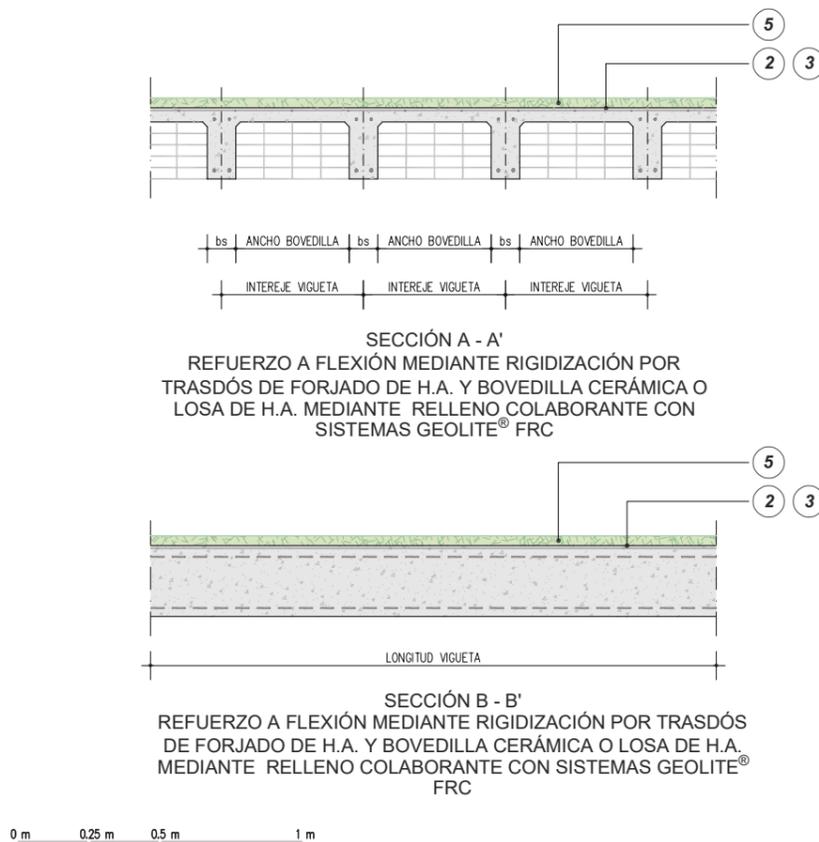
REFUERZO A FLEXIÓN MEDIANTE RIGIDIZACIÓN DEL TRASDÓS DE FORJADOS DE HORMIGÓN ARMADO Y BOVEDILLA CERÁMICA O LOSA DE H.A. MEDIANTE RELLENO COLABORANTE DE GEOMORTERO MINERAL FLUIDO FIBRORREFORZADO DE ALTÍSIMAS PRESTACIONES



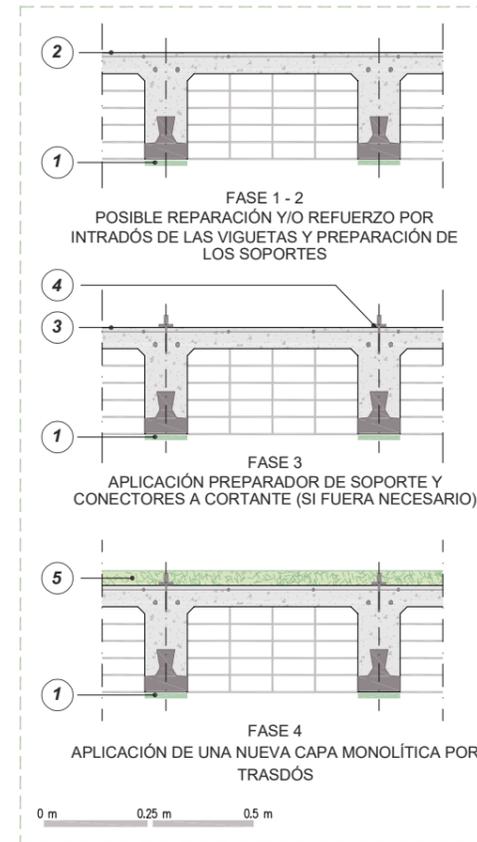
VISTA AXONOMÉTRICA RIGIDIZACIÓN DEL TRASDÓS DEL FORJADO MEDIANTE SISTEMAS GEOLITE® FRC

NOTA
La capa de compresión del trasdós puede actuar, además de refuerzo a flexión para el forjado existente, de alma para el diafragma de plano. Esto hace posible, con las precauciones adecuadas, realizar de forma combinada ambas actuaciones. Se recomienda consultar TABLA 11C para mayor información.

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



FASES OPERATIVAS



POSIBLE REPARACIÓN Y/O REFUERZO POR INTRADÓS DE LAS VIGUETAS DE H.A. DEL FORJADO. PREVIO APUNTALAMIENTO DEL FORJADO OBJETIVO (VER TABLA 9). VERIFICAR LA IDONEIDAD DE LA CLASE DE RESISTENCIA DEL HORMIGÓN DE SOPORTE ANTES DE APLICAR EL REFUERZO

1 El esquema estructural expuesto en el presente documento puede aplicarse en combinación con otras tipologías de refuerzo como la consolidación por intradós de las viguetas de H.A. existentes o encamisados anticlapso. Se recomienda consultar la TABLA 9 y TABLA 10A y TABLA 10B respectivamente, para mayor información.

2 PREPARACIÓN DEL SOPORTE: ELIMINAR EL POSIBLE PAVIMENTO Y SOLERA EXISTENTES. GENERACIÓN DE RUGOSIDAD DEL SOPORTE DE HORMIGÓN (RUGOSIDAD ≥ 5 mm) MEDIANTE ESCARIFICACIÓN MECÁNICA O HIDRODEMOLICIÓN, ELIMINACIÓN EN PROFUNDIDAD DEL HORMIGÓN DAÑADO HASTA LLEGAR A LA CAPA DE HORMIGÓN CON BUENA RESISTENCIA Y SIN CARBONATAR. ELIMINAR EL ÓXIDO DE LA ARMADURA MEDIANTE CEPILLADO (MANUAL O MECÁNICO) O CHORRO DE ARENA. LIMPIAR EL SOPORTE PARA ELIMINAR CUALQUIER RESIDUO DE POLVO, GRASA, ACEITES Y OTRAS SUSTANCIAS CONTAMINANTES CON AIRE A PRESIÓN O HIDROLIMPIADORA.

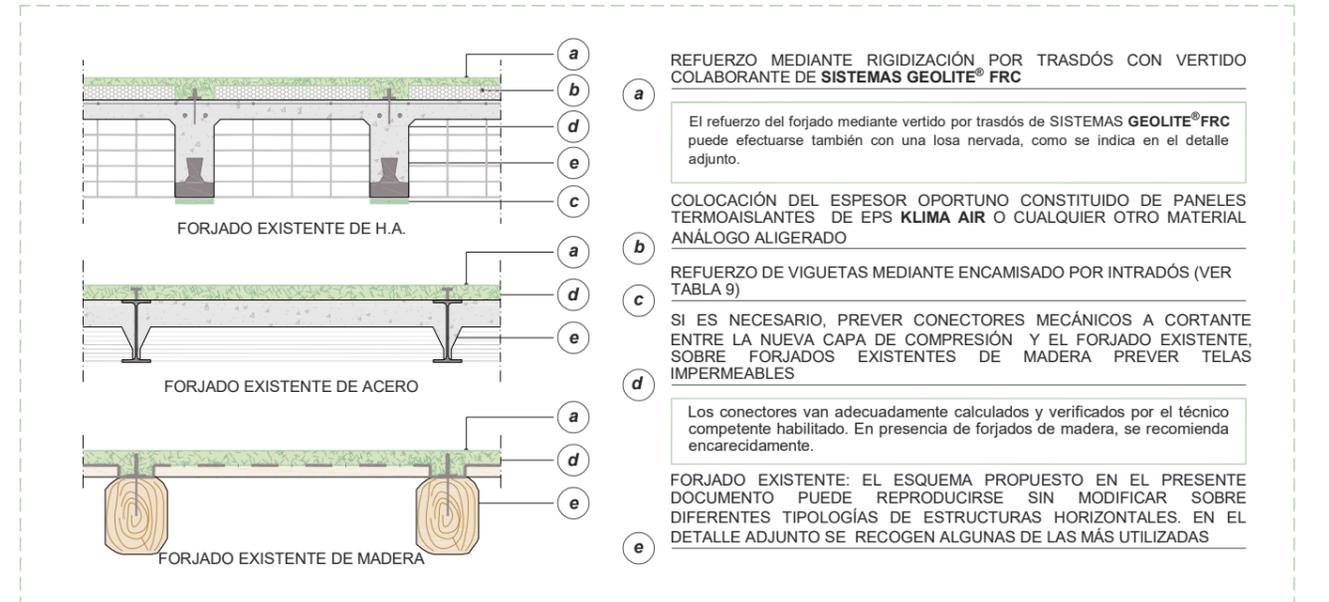
3 HUMECTAR HASTA OBTENER UN SOPORTE SATURADO, SIN AGUA LÍQUIDA EN SUPERFICIE. COMO ALTERNATIVA AL MOJADO CON AGUA, SOBRE SUPERFICIES HORIZONTALES DE HORMIGÓN, APLICAR EL PREPARADOR DE SOPORTE **GEOLITE® BASE** (SOBRE SOPORTE SECO) CON PULVERIZADOR, BROCHA O RODILLO HASTA SATURACIÓN

4 SI ES NECESARIO, PREVER CONECTORES MECÁNICOS A CORTANTE ENTRE LA NUEVA CAPA DE COMPRESIÓN Y EL FORJADO EXISTENTE. TALES CONECTORES DEBEN ESTAR ADECUADAMENTE CALCULADOS Y VERIFICADOS POR EL TÉCNICO COMPETENTE HABILITADO

5 REFUERZO MEDIANTE LA NUEVA CAPA MONOLÍTICA COLABORANTE POR TRASDÓS: CREACIÓN DE UNA NUEVA CAPA DE COMPRESIÓN DE ESPESOR COMPRENDIDO ENTRE 15 mm Y 40 mm MEDIANTE SISTEMAS **GEOLITE® FRC: GEOLITE® MAGMA XENON & STEEL FIBER** O **GEOLITE® MAGMA & STEEL FIBER**. LA APLICACIÓN SE REALIZA POR VERTIDO Y SE RECOMIENDA REALIZAR EL CORRECTO CURADO DE LAS SUPERFICIES LAS PRIMERAS 48 HORAS

En correspondencia con los rellenos se debe realizar la oportuna colocación de malla metálica para garantizar la continuidad estructural del refuerzo. Además, para recrecidos mayores de 40 mm se requiere la aplicación de una armadura metálica complementaria adecuadamente anclada al soporte mediante su anclado. Se recomienda consultar la TABLA 11A para mayor información.
La capa del trasdós ilustrada en el presente documento incrementa la resistencia a flexión del forjado existente, además puede actuar de alma para el diafragma de plano. Se recomienda consultar TABLA 11C para mayor información.

SOLUCIÓN PARA DIFERENTES TIPOLOGÍAS DE FORJADO



CUADRO NORMATIVO

En los forjados, además de garantizar la resistencia a cargas verticales, se requiere rigidez en el propio plano con el fin de distribuir correctamente las acciones horizontales entre las estructuras verticales.
El proyectista debe verificar que las características de los materiales de las secciones resistentes, así como de los espesores dimensionados en las distintas partes, sean coherentes con tales expectativas. Con este objetivo se debe verificar que:

- 1) las deformaciones resulten compatibles con las condiciones de servicio del forjado y de los elementos constructivos y de las plantas conectadas por el mismo forjado;
- 2) exista, en base a las resistencias mecánicas de los materiales, un espesor adecuado entre la sección de las armaduras de acero, el ancho de los nervios de hormigón, su intereje y el espesor de la capa de compresión de finalización a modo que se asegure la rigidez en el plano y que se evite el peligro de efectos secundarios no deseados. (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 § C4.1.9)

En el caso en que la actuación se realice con un material compuesto, con el fin de verificar la seguridad de los elementos reforzados, se pueden utilizar documentos de comprobada validez. (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)

11C

Realización de diafragma rígido sobre forjados de hormigón armado y bovedilla cerámica o losa de H.A. mediante relleno colaborante de geomortero mineral fluido fibrorreforzado de altísimas prestaciones



PRESCRIPCIÓN

1. Preparación de los soportes. Antes de apuntalar el forjado, eliminar posible pavimentación y soleras existentes, generar rugosidad en el soporte de hormigón mayor o igual a 5 mm, equivalente al grado 9 del "Kit de ensayo de preparación de soportes de hormigón armado y mampostería", mediante escarificación mecánica o hidrodemolición, previendo la eliminación en profundidad del hormigón dañado hasta conseguir una capa de hormigón con buena resistencia y sin carbonatar,. Posteriormente, eliminar el óxido de la armadura que debe limpiarse mediante cepillado (manual o mecánico) o chorro de arena. Limpiar el soporte, eliminando cualquier residuo de polvo, grasa, aceite y otras sustancias contaminantes con aire a presión o hidrolimpiadora.
2. Preparación de la superficie. Instalar las conexiones perimetrales entre el diafragma rígido y los muros circundantes y, si fuera necesario, colocar los conectores a cizalladura adecuados, oportunamente calculados y verificados por el técnico competente. Mojar hasta saturación la superficie, evitando dejar agua en superficie. Como alternativa a la humectación con agua, en superficies horizontales de hormigón, aplicar el preparador de soportes GEOLITE BASE (sobre soporte seco) con cepillo, brocha o rodillo a saturación (antes de realizar la sobreaplicación esperar de 1 a 8 horas, en función de las condiciones climáticas). En condiciones particulares, donde se requiera un anclaje de tipo químico, sobre soporte seco, es posible aplicar el adhesivo orgánico mineral fluido para juntas de hormigonado KERABUILD EPOPRIMER.
3. Refuerzo mediante nueva capa monolítica colaborante en el trasdós. Realizar el aumento de la sección resistente del forjado mediante recrecido del trasdós por vertido de geomortero fluido fibrorreforzado de elevada ductilidad SISTEMA GEOLITE FRC - GEOLITE MAGMA XENON & STEEL FIBER (Fiber Reinforced Concrete). La capa de compresión debe tener un espesor comprendido entre 15 y 40 mm. Para recrecidos mayores de 40 mm sobre superficies extensas, se recomienda la aplicación de un armado adicional anclado al soporte mediante perforación. Una vez preparado el soporte, aumentar la sección resistente mediante vertido, siguiendo las correctas técnicas aplicativas. La preparación de la mezcla se puede realizar en hormigonera o, para reducir la cantidad en capazo, usando un batidor a bajo número de revoluciones (manteniendo la proporción correcta de 6,5% en peso de fibras metálicas y polvo). Vigilar el curado del producto al menos durante las primeras 48 horas. Una vez madurado el nuevo vertido, eliminar los puntales.

ADVERTENCIAS

Antes de efectuar la intervención verificar la idoneidad de la clase de resistencia del hormigón de soporte.

El proyectista puede elegir, en base a las exigencias de proyecto, como alternativa al geomortero GEOLITE MAGMA XENON, el geomortero GEOLITE MAGMA siempre en combinación con las fibras metálicas cortas STEEL FIBER, manteniendo invariada la relación del 6,5% en peso.

La actuación en el trasdós, si es necesario, puede realizarse en combinación con el refuerzo por el intradós de los sistemas de matriz mineral SRG o matriz epóxica SRP, como se indica en la TABLA. 9.

ESPECIFICACIÓN DE PROYECTO

Realización de diafragma rígido por el trasdós sobre forjado existente mediante vertido, previa adecuada preparación del soporte, de geomortero fluido fibrorreforzado de elevada ductilidad y altísimas prestaciones, FRC (Fiber Reinforced Concrete), realizado con geomortero mineral certificado, eco-compatible, fluido, a base de Geoligante de reacción cristalina, con bajísimo contenido de polímeros petroquímicos y exento de fibras orgánicas, específico para la pasivación, la reparación y la consolidación monolítica de durabilidad garantizada de estructuras de hormigón y el anclaje de elementos metálicos - tipo GEOLITE MAGMA XENON de Kerakoll - GreenBuilding Rating 2, provista de marcado CE y conforme a los requisitos prestacionales requeridos por la Norma EN 1504-7 para la pasivación de las barras de armadura, EN 1504-3, Clase R4 (maduración en CC y PCC) para la reconstrucción volumétrica y la consolidación y EN 1504-6 de efecto expansivo para el anclaje de acuerdo a los Principios 3, 4, 7 y 11 definidos por la EN 1504-9; mezclada con fibras de acero obtenidas mediante trefilado en frío de alambres de alta resistencia y alto contenido en carbono, provisto de marcado CE y conforme a los requisitos prestacionales requeridos por Norma EN 14889-1 para el uso estructural - tipo STEEL FIBER de Kerakoll - características técnicas certificadas: longitud 13 mm; diámetro 0,20 mm; resistencia a tracción ≥ 3100 MPa; modulo elástico ≥ 200 GPa.

Características mecánicas certificadas de acuerdo con las directrices FRC del C.S.LL.PP.: resistencia a compresión a los 28 días (valor característico) $> 106,5$ MPa (EN12390-3); resistencia a tracción por flexión a los 28 días: 7,4 MPa (valor medio, CNR DT 204); módulo elástico a compresión a los 28 días $> 43,41$ GPa (NTC 2018); clase de tenacidad $f_{R,1k}=9,54$ MPa, $f_{R,2k}=8,83$ MPa, $f_{R,3k}=7,33$ MPa, $f_{R,4k}=6,10$ MPa y $f_{R,3k}/f_{R,1k}=0,768$ (valores característicos, EN14651).

La actuación se desarrollará en las siguiente fases: demolición y eliminación de pavimentación y soleras existentes, posible picado del hormigón dañado mediante hidroscarificación, generación de rugosidad y limpieza de las superficies existentes; eventual tratamiento preventivo del soporte mediante preparador certificado eco-compatible al agua, monocomponente, específico para la reducción de la absorción y facilitar la natural cristalización y adhesión monolítica del geomortero al soporte - tipo GEOLITE BASE de Kerakoll - GreenBuilding Rating 5 (el vertido se realizará después de la primera hora y antes de las ocho siguientes) o sistema epoxidico bicomponente, fluido - tipo KERABUILD EPOPRIMER de Kerakoll - provisto de marcado CE, GreenBuilding Rating 3 y conforme a los requisitos prestacionales requeridos por la Norma EN 1504-4 de productos para la adhesión estructural; vertido en el trasdós de superficies horizontales, respetando las correctas técnicas aplicativas del sistema FRC.

Todo será realizado previo apuntalamiento del forjado objeto de la intervención de refuerzo.

Incluido todo aquello necesario para dejar el trabajo acabado, excluyendo el armado adicional, el apuntalamiento. 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 las obras.

1 _____

Preparación de los soportes.



2 _____

Instalación de la conexión con los muros perimetrales.



3 _____

Mezcla del SISTEMA GEOLITE FRC.



4 _____

Vertido del SISTEMA GEOLITE FRC.



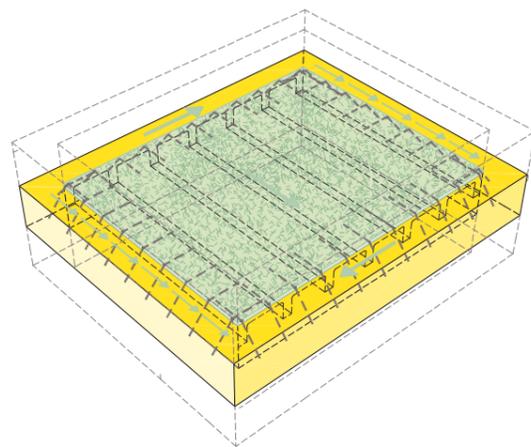
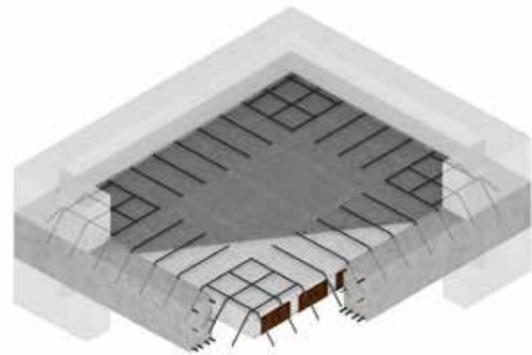
5 _____

"Masajeado" superficial del vertido.



11C

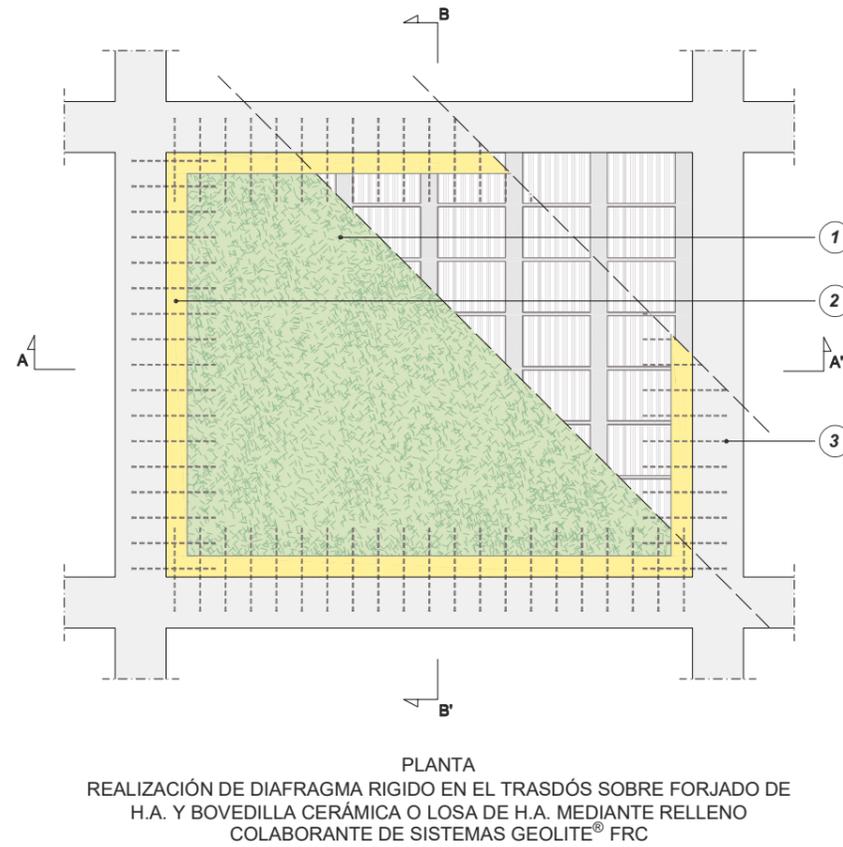
REALIZACIÓN DE DIAFRAGMA RÍGIDO SOBRE FORJADOS DE HORMIGÓN ARMADO Y BOVEDILLA CERÁMICA O LOSA DE H.A. MEDIANTE RELLENO COLABORANTE DE GEOMORTERO MINERAL FLUIDO FIBRORREFORZADO DE ALTÍSIMAS PRESTACIONES



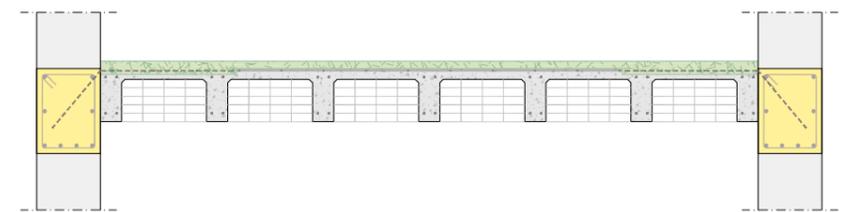
VISTA AXONOMÉTRICA REALIZACIÓN DE DIAFRAGMA RÍGIDO EN EL TRASDÓS MEDIANTE SISTEMAS GEOLITE® FRC

NOTA
La tabla ilustra la ejecución del diafragma rígido en el trasdós sobre estructuras portantes realizadas en hormigón armado, pero el mismo esquema permanece invariable en elementos verticales de mampostería (piedra, ladrillo o toba) y en presencia de otras tipologías de estructuras horizontales (planas o curvas).

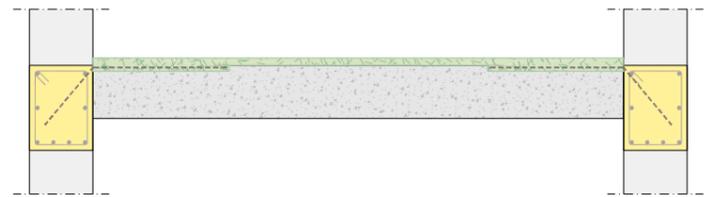
POWERED BY **kerakoll** ENGINEERED BY **ASDEA**



0 m 0.5m 1m



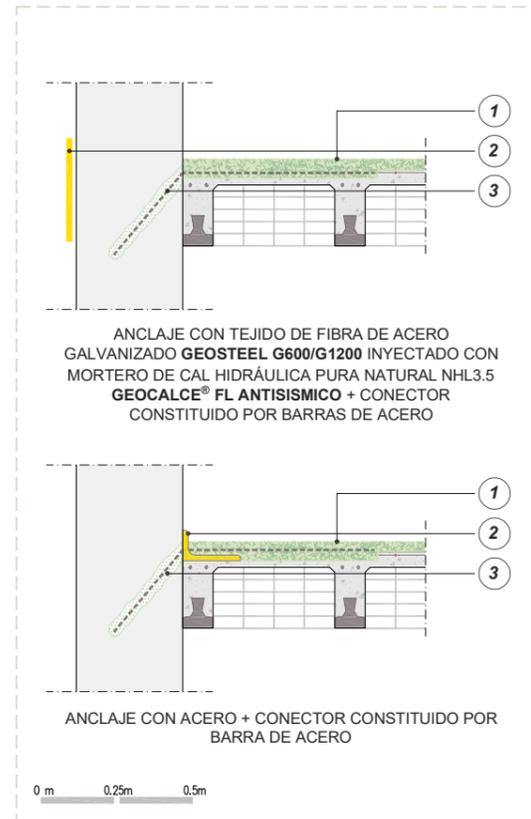
SECCIÓN A - A'
REALIZACIÓN DE DIAFRAGMA RÍGIDO EN EL TRASDÓS SOBRE FORJADO DE H.A. Y BOVEDILLA CERÁMICA O LOSA DE H.A. MEDIANTE RELLENO COLABORANTE DE SISTEMAS GEOLITE® FRC



SECCIÓN B - B'
REALIZACIÓN DE DIAFRAGMA RÍGIDO EN EL TRASDÓS SOBRE FORJADO DE H.A. Y BOVEDILLA CERÁMICA O LOSA DE H.A. MEDIANTE RELLENO COLABORANTE DE SISTEMAS GEOLITE® FRC

0 m 0.5m 1m

SOLUCIONES PARA DIFERENTES ANCLAJES Y CONECTORES



ALMA DEL RECRECIDO ESTRUCTURAL CONSTITUIDO POR UNA NUEVA CAPA MONOLÍTICA COLABORANTE POR EL TRASDÓS: REALIZACIÓN DE UNA CAPA DE COMPRESIÓN ENTRE 15 y 40 mm MEDIANTE **SISTEMAS GEOLITE® FRC: GEOLITE® MAGMA XENON & STEEL FIBER** O **GEOLITE® MAGMA & STEEL FIBER**. PARA ESPESORES SUPERIORES A LOS 40 mm PREVER MALLA METÁLICA COMPLEMENTARIA (VER TABLA 11A)

1 Para información respecto a la preparación del soporte, a las actuaciones de preparación de relleno y a la ejecución de los **Sistemas Geolite® FRC** consultar la TABLA 11B. El alma del recrecido estructural puede realizarse también mediante el solo uso de **Geolite® Magma** teniendo la precaución de instalar la armadura metálica oportunamente calculada y dimensionada por un técnico competente habilitado (ver TABLA 11A). En la definición del espesor de la capa de compresión, dimensionada para soportar el cortante del forjado, es necesario prever un recubrimiento adecuado ya sea para los conectores como, en este caso, para la armadura

2 ANCLAJE PERIMETRAL DEL RECRECIDO ESTRUCTURAL

La conexión perimetral puede realizarse según diversas formas. En los detalles adjuntos se ilustran un anclaje de acero y uno en bandas de tejido de acero (ver TABLA 28), aunque también hay disponibles otras soluciones, como, por ejemplo, de anclajes en mampostería armada (realizables solo en la parte superior y para las cuales se recomienda consultar TABLA 29). En el caso de que en la estructura existente estén ya presentes las vigas de H.A., dispuestas a lo largo de todo el perímetro del forjado, previa conexión con los elementos sismo-resistentes, pueden actuar también de anclajes. La conexión perimetral sirve para absorber los esfuerzos de tracción y compresión derivados de las acciones de flexión en el plano, a su vez generados por las acciones horizontales y por las reacciones de los elementos sismo-resistentes, por tanto debe ir adecuadamente dimensionada y verificada por un técnico competente habilitado.

CONECTORES A CORTANTE ENTRE EL RECRECIDO ESTRUCTURAL Y LOS ELEMENTOS SISMO-RESISTENTES CONSTITUIDOS POR BARRAS DE ACERO INYECTADAS CON **EPOFIX** EN ELEMENTOS VERTICALES DE H.A. Y CON **GEOCALCE® FL ANTISISMICO** EN LOS DE MAMPOSTERÍA

3 El paso, el diámetro y la longitud de anclaje de los conectores se deben calcular adecuadamente por un técnico competente habilitado. También debe tenerse en cuenta que la resistencia a cortante de los conectores no depende solo de éstos o del tipo de acero utilizado, sino también de las estructuras en las que están instalados. Por lo tanto, será aconsejable evaluar el rendimiento mecánico caso por caso.

SOLUCIÓN PARA DIFERENTES TIPOLOGÍAS DE FORJADO



ALMA DEL DIAFRAGMA RÍGIDO CONSTITUIDO POR UNA NUEVA CAPA POR EL TRASDÓS REALIZADA MEDIANTE **SISTEMAS GEOLITE® FRC**

a La capa del trasdós ilustrada en el presente documento actúa de alma del diafragma rígido y, como tal, se le confían los esfuerzos tangenciales que permiten la transferencia de las masas del plano a los elementos sismo-resistentes. Tal elemento también contribuye a incrementar la resistencia a flexión del forjado existente. Se recomienda consultar la TABLA 11B para obtener mayor información.

SI ES NECESARIO, PREVER CONECTORES MECÁNICOS A CORTANTE ENTRE LA NUEVA CAPA DE COMPRESIÓN Y EL FORJADO EXISTENTE. SOBRE FORJADOS EXISTENTES DE MADERA PREVER TELAS IMPERMEABLES

b Los conectores van calculados y verificados por el técnico competente habilitado. En presencia de forjados de madera o acero, son necesarios.

c FORJADO EXISTENTE: EL ESQUEMA PROPUESTO EN EL PRESENTE DOCUMENTO PUEDE REPRODUCIRSE SIN MODIFICAR SOBRE DIFERENTES TIPOLOGÍAS DE ESTRUCTURAS HORIZONTALES. EN EL DETALLE ADJUNTO SE RECOGEN ALGUNAS DE LAS MÁS UTILIZADAS

CUADRO NORMATIVO

Además de las intervenciones destinadas a remediar las deficiencias hacia las acciones no sísmicas, las que generalmente inducen los mayores beneficios en relación con las acciones sísmicas se refieren a:
1. La formación de diafragmas rígidos, a nivel de forjado y posiblemente en las capas de cubierta.
2. Las conexiones de los muros entre ellos y al diafragma rígido. [...]
El rol primario del forjado es aquel de soportar las cargas verticales, pero su función durante un evento sísmico es transferir las acciones horizontales a los muros y evitar la activación de mecanismos fuera del plano de los muros conectándolos eficazmente. Los forjados, por tanto, deben estar bien anclados a los muros sobre todo a los perimetrales. Se remarca que, puede no ser necesario conseguir una elevada rigidez, eliminar a los mecanismos fuera del plano se caracterizan por deformaciones admisibles además de elevadas, por otro lado, es necesario que los diafragmas tengan suficiente resistencia para transferir las acciones entre una pared y la otra [...].
(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)

12 Refuerzo a flexión de vigas mediante encamisado con tejidos de fibra de acero galvanizado con geomortero mineral estructural tixotrópico



PRESCRIPCIÓN

- Preparación de los soportes. Preparar y limpiar el soporte perfectamente, siguiendo las indicaciones y las prescripciones de la D.F. En caso de soportes no degradados generar rugosidad garantizando en la superficie una rugosidad de al menos 5 mm, equivalente al grado 8 del "Kit de ensayo de preparación de soportes de hormigón armado y mampostería", limpiar y eliminar polvo y aceite que pueda comprometer la adhesión del sistema, mediante aire a presión o hidrolimpiadora. En caso de soporte con degradación evidente, no plano o deteriorado por acciones agresivas, eliminar en profundidad el posible hormigón dañado mediante escarificación mecánica o hidrodemolición, teniendo la precaución de generar rugosidad en el soporte de al menos 5 mm, equivalente al grado 8 del "Kit de ensayo de preparación de soportes de hormigón armado y mampostería", eliminar posibles óxido de las armaduras, que debe limpiarse mediante cepillado (manual o mecánico) o chorro de arena; realizar posible reconstrucción monolítica o alisado de la sección mediante geomortero tixotrópico GEOLITE.
- Aplicación del sistema de refuerzo. Realizar el sistema de refuerzo estructural con fibra de acero Steel Reinforced Grout (combinación de fibra de acero y mortero mineral estructural tixotrópico a base de Geoligante), colocando una banda de refuerzo longitudinal en la dirección del desarrollo de la propia viga, con la aplicación de una primera mano de GEOLITE, garantizado sobre el soporte una cantidad mínima 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 UHTSS GEOSTEEL, garantizando el perfecto embebido de la banda en la capa de mortero, ejerciendo un presión enérgica con la llana y teniendo la precaución de que el propio mortero fluya entre los cordones para garantizar una óptima adhesión 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. Concluir la aplicación con el alisado final protector (espesor total del refuerzo 5 - 8 mm), realizado con GEOLITE, con el objetivo de embeber totalmente el refuerzo y cerrar 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.
- Protección y decoración. Cuando el sistema de refuerzo es instalado en ambientes particularmente agresivos, o siempre que se quiera garantizar una protección adicional a la ya provista por el geomortero, se aconseja la aplicación final de la geopintura GEOLITE MICROSILICATO o de la pintura elastomérica KERAKOVER ACRILEX FLEX, aplicable también sobre las zonas no reforzadas. Si las obras están en contacto permanente u ocasional con sustancias líquidas, se recomienda contactar con el departamento técnico de Kerakoll para predisponer el sistema de protección más correcto.

ADVERTENCIAS

Geosteel se suministra en 2 gramajes distintos en función de las exigencias de cálculo:

- GEOSTEEL G600 (gramaje: 670 g/m²; n° cordones por cm = 1,57; espesor equivalente de la banda = 0,084 mm)
- GEOSTEEL G1200 (gramaje: 1200 g/m²; n° cordones por cm = 3,14; espesor equivalente de la banda = 0,169 mm).

Antes de efectuar la intervención verificar la idoneidad de la clase de resistencia del hormigón de soporte.

ESPECIFICACIÓN DE PROYECTO

Refuerzo a flexión de vigas de hormigón armado mediante el uso del sistema compuesto por 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, formado por micro-cordones de acero producidos según norma ISO 16120-1/4 2017 fijados sobre una micromalla de fibra de vidrio, de peso neto de fibra de aproximadamente 1200 g/m² - tipo GEOSTEEL G1200 de Kerakoll - características técnicas certificadas de la banda: resistencia a tracción valor característico > 3000 MPa; modulo elástico > 190 GPa; deformación última a rotura > 1,5%; área efectiva de un cordón 3x2 (5 hilos) = 0,538 mm²; n° cordones por cm = 3,14 con el enrollado de los hilos con un elevado ángulo de torsión conforme a la norma ISO/DIS 17832; espesor equivalente de la banda = 0,169 mm, impregnado con un geomortero mineral certificado, eco-compatible, tixotrópico, de bajísimo contenido en polímeros petroquímicos y exento de fibras orgánicas, específico para la pasivación, la reparación, el alisado y la protección monolítica de durabilidad garantizada de estructuras de hormigón, GreenBuilding Rating 3, provisto de marcado CE y conforme a los requisitos prestacionales requeridos por la Norma EN 1504-7 para la pasivación de las barras de armadura, por la EN 1540-3, Clase R4 (maduración en CC y PCC) para la reconstrucción volumétrica y el alisado y por la EN 1504-2 para la protección de superficies, de acuerdo a los Principios, 2, 3, 4, 5, 7, 8 y 11 definidos por la EN 1504-9 - tipo GEOLITE de Kerakoll - características técnicas certificadas: ninguna corrosión de la barra metálica (EN 15183), resistencia a compresión a los 28 días > 50 MPa (EN 12190), adhesión a los 28 días > 2 MPa (EN 1542), modulo elástico E a los 28 días ≥ 20 GPa (EN 13412), resistente a la carbonatación (EN 13295), retracción lineal < 0,3% (EN 12617-1), resistencia a la abrasión con pérdida de peso de la probeta < 3000 mg (EN ISO 5470-1).

La actuación se desarrollará en las siguientes fases: posible tratamiento de reparación de las superficies degradadas, dañadas, sin cohesión o sin planimetría, garantizando una rugosidad en el soporte de al menos 5 mm y humectación hasta saturación 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 total del refuerzo de 5 - 8 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; eventual anclaje de las extremidades del tejido de fibra de acero mediante el enrollado del tejido y su fijación al interior de los agujeros precedentemente realizados con adhesivo mineral epoxídico o empesillado con elementos metálicos instalados con adhesivo mineral epoxídico (a contabilizar aparte).

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 áreas degradadas y la restauración del soporte; el anclaje; pruebas de aceptación del material; las investigaciones previas y posteriores a la intervención; todos los medios auxiliares necesarios para la ejecución de las obras.

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

1 Preparación de las superficies de soporte.



2 Corte del tejido de fibra de acero GEOSTEEL.



3 Mojado del soporte.



4 Aplicación de primera mano de GEOLITE.



5 Instalación del tejido de fibra de acero GEOSTEEL.



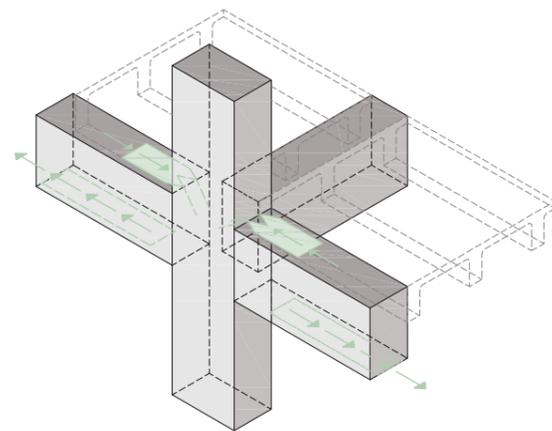
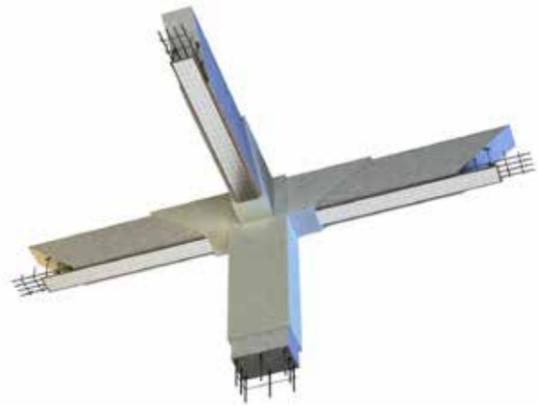
6 Aplicación de la segunda mano de GEOLITE.



12

REFUERZO A FLEXIÓN DE VIGAS MEDIANTE ENCAMISADO CON TEJIDOS DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO CON GEOMORTERO MINERAL ESTRUCTURAL TIXOTRÓPICO

Geoforceone
Software

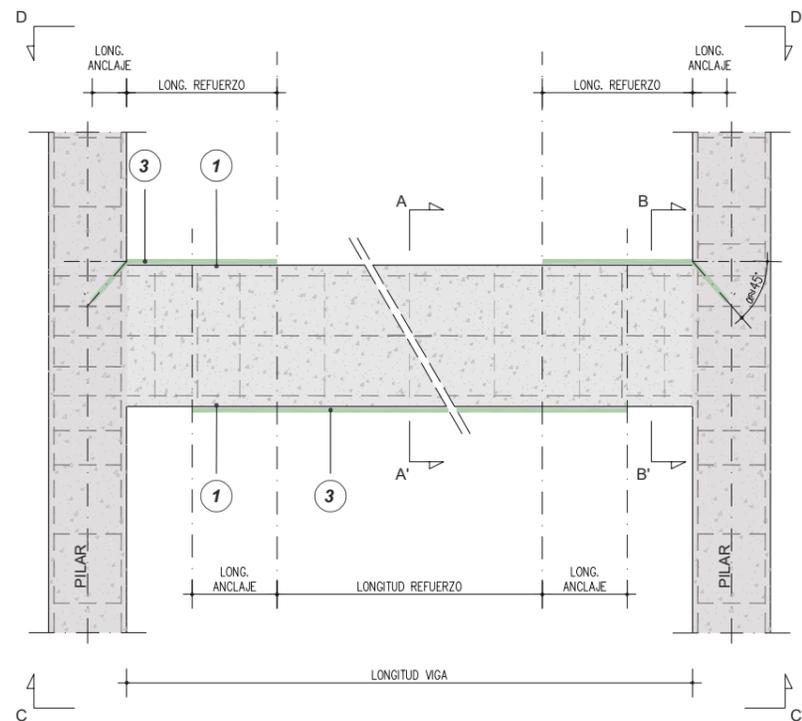


VISTA AXONÓMETRICA
REFUERZO A FLEXIÓN DE VIGA

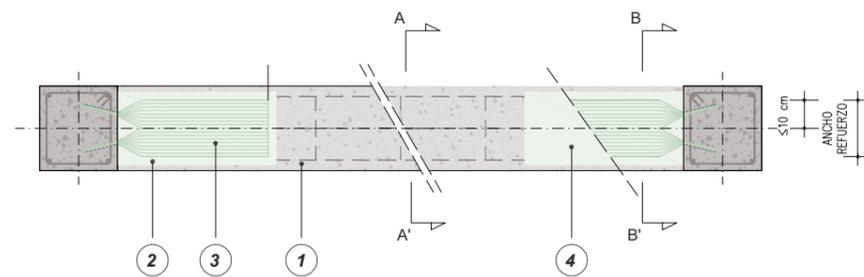
NOTA

La normativa CNR-DT 215/2018, en el párrafo 5, remarca que la resistencia media a compresión del hormigón no debe ser inferior a 15 N/mm² en el caso de refuerzo por adherencia.

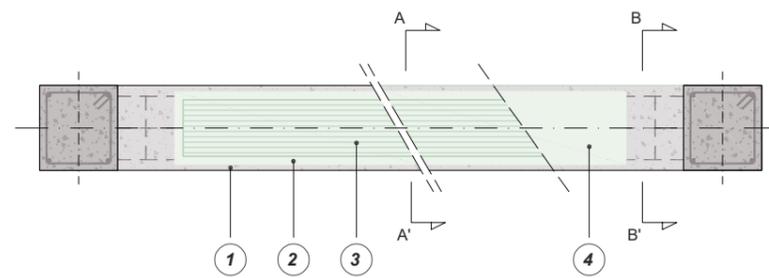
POWERED BY **kerakoll** ENGINEERED BY **ASDEA**



DETALLE
REFUERZO A FLEXIÓN DE LA VIGA MEDIANTE ENCAMISADO POR
TRASDÓS E INTRADÓS

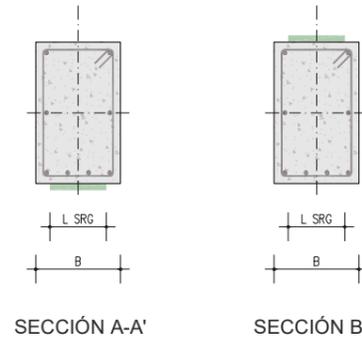


PLANTA D - D'
REFUERZO A FLEXIÓN DE LA VIGA MEDIANTE ENCAMISADO POR
TRASDÓS



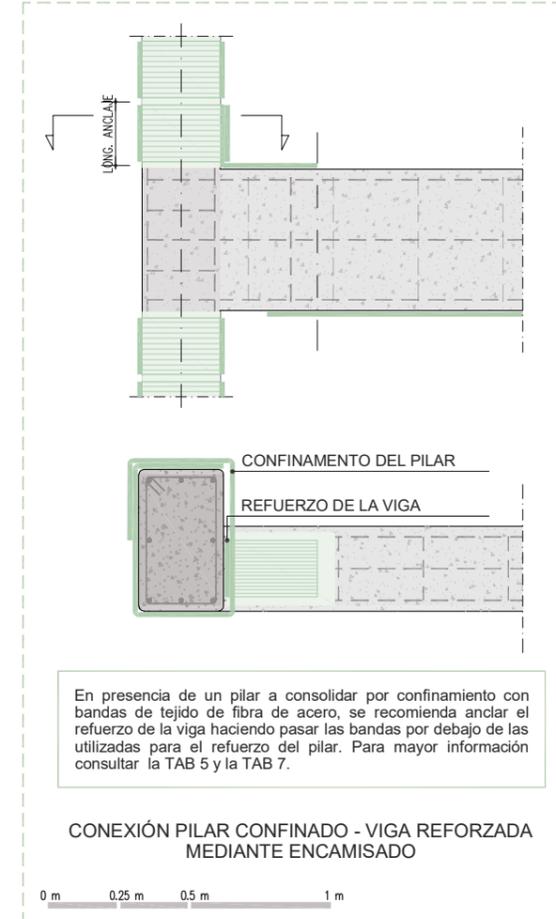
PLANTA C - C'
REFUERZO A FLEXIÓN DE LA VIGA MEDIANTE ENCAMISADO POR
INTRADÓS

0 m 0,25 m 0,5 m 1 m



REFUERZO A FLEXIÓN DE LA VIGA MEDIANTE
ENCAMISADO POR TRASDÓS E INTRADÓS

DETALLE DE EJECUCIÓN



CUADRO NORMATIVO

Refuerzo a flexión de vigas, pilares y viguetas de forjado
El refuerzo a flexión se realiza aplicando tiras de tejido en la parte traccionada del elemento que se quiere incrementar la resistencia a flexión. La actuación permite, además, la reducción de las deformaciones bajo cargas de servicio, aunque no de manera sustancial, y la limitación de los estados de fisuración. (CNR - DT 215/2018 §2.2.1.1)

Encamisado y vendaje con materiales compuestos

El uso de materiales compuestos idóneos (u otros materiales resistentes a tracción) en el refuerzo sísmico de elementos de H.A. tiene como fin conseguir los siguientes objetivos:

- Aumento de la resistencia a cortante de pilares, vigas, nudos viga-pilar y muros mediante aplicación de bandas con las fibras dispuestas según la dirección de los estribos.
- Aumento de la resistencia en las partes terminales de vigas y pilares mediante aplicación de bandas con las fibras dispuestas según la dirección de las barras longitudinales y oportunamente ancladas, para que se garantice la eficacia del anclaje en el tiempo;
- Aumento de la ductilidad de los elementos unidimensionales, por efecto de las acciones de confinamiento pasivo ejercidas por las bandas con las fibras dispuestas según la dirección de los estribos.

Con el fin de verificar la seguridad de los elementos reforzados con materiales compuestos se pueden adoptar documentos de comprobada validez (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 §C8.7.4.2.3)

* Para la limpieza del soporte se hace referencia a normativa de validez comprobada

PREPARACIÓN DEL SOPORTE: EN CASO DE SOPORTES NO DEGRADADOS, GENERAR RUGOSIDAD EN LA SUPERFICIE, LIMPIAR Y ELIMINAR EL POLVO Y ACEITES QUE PUEDEN COMPROMETER LA ADHESIÓN DEL SISTEMA, MEDIANTE AIRE A PRESIÓN O HIDROLIMPIADORA. EN CASO DE SOPORTE EVIDENTEMENTE DEGRADADO, SIN PLANEIDAD O DAÑADO POR EVENTOS GRAVES: ELIMINACIÓN EN PROFUNDIDAD DEL HORMIGÓN DAÑADO MEDIANTE ESCARIFICACIÓN MECÁNICA O HIDRODEMOLICIÓN, TENIENDO LA PRECAUCIÓN DE GENERAR RUGOSIDAD EN EL SOPORTE CON RUGOSIDAD DE AL MENOS 5 mm; ELIMINACIÓN DEL ÓXIDO DE LA ARMADURA MEDIANTE CEPILLADO (MANUAL O MECÁNICO) O CHORRO DE ARENA; RECONSTRUCCIÓN MONOLÍTICA O ACABADO DE LA SECCIÓN MEDIANTE EL GEOMORTERO TIXOTRÓPICO **GEOLITE®**. ANTES DE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA DE REFUERZO PROCEDER SIEMPRE A LA PREPARACIÓN DEL SOPORTE CON RUGOSIDAD DE AL MENOS 5 mm Y REDONDEO DE LAS ARISTAS CON UN RADIO DE CURVATURA MÍNIMO DE 20 mm

1 EXTENDER UNA PRIMERA MANO DE **GEOLITE®**, GARANTIZANDO SOBRE EL SOPORTE UNA CANTIDAD DE MATERIAL SUFICIENTE (ESPESOR MEDIO 3-5 mm) PARA REGULARIZARLO Y PARA INSTALAR Y EMBEBER EL TEJIDO DE REFUERZO. PREVER LA POSTERIOR COLOCACIÓN DE LAS CAPAS DE TEJIDO SOBRE LA MATRIZ AÚN FRESCA

2 APLICACIÓN DEL SISTEMA DE REFUERZO. REALIZACIÓN DE UNA BANDA DE REFUERZO LONGITUDINAL SOBRE LA VIGA DE H.A. OBJETO DE LA ACTUACIÓN MEDIANTE APLICACIÓN, SOBRE LA MATRIZ AÚN FRESCA, DEL TEJIDO DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO **GEOSTEEL G600** O **GEOSTEEL G1200**, GARANTIZANDO EL PERFECTO EMBEBIDO DE LA BANDA EN LA CAPA DE MATRIZ. EN LOS PUNTOS DE UNIÓN LONGITUDINAL, SOLAPAR DOS CAPAS DE TEJIDO DE FIBRA DE ACERO AL MENOS 30 cm

3 El sistema de refuerzo se coloca respectivamente al intradós o trasdós según el momento flector actuante sea positivo o negativo. Para el anclaje en los extremos de las bandas mediante desfibrado, se considera un ancho máximo de banda de 100 mm para cada agujero realizado. La inyección del tejido desfibrado, se realizará con **GEOLITE® GEL**. Para más información acerca del solape de las capas de tejido y sobre los anclajes de los extremos consultar el APÉNDICE A.

Debe asegurarse una longitud de anclaje adecuada, más allá de la sección extrema donde se necesita refuerzo FRM. En ausencia de investigaciones más precisas, debe ser de al menos 300 mm. (CNR - DT 215/2018 §6)

4 ACABADO FINAL PROTECTOR REALIZADO CON **GEOLITE®** PARA UN ESPESOR COMPRENDIDO ENTRE 5-8 mm PARA EMBEBER EL REFUERZO Y RELLENAR POSIBLES HUECOS, TENIENDO LA PRECAUCIÓN DE ACTUAR FRESCO SOBRE FRESCO

Cuando el sistema de refuerzo se instale en ambientes particularmente agresivos, o para garantizar una mayor protección, además de la proporcionada por el geomortero, se aconseja la aplicación final de la geopintura **GEOLITE® MICROSILICATO**, a aplicar, también, sobre las zonas no reforzadas. Cuando el sistema de refuerzo se instale en ambientes particularmente agresivos, se recomienda la aplicación final de la pintura elastomérica **KERAKOVER ECO ACRILEX FLEX** aplicable, también, sobre las zonas no reforzadas. Si los trabajos se ejecutan en contacto permanente o ocasional con sustancias líquidas, se aconseja ponerse en contacto con el Departamento Técnico de KeraKoll para poder dar al sistema protecciones más adecuadas.

13 Refuerzo a flexión de vigas mediante encamisado con tejidos de fibra de acero galvanizado con adhesivo epoxídico



PRESCRIPCIÓN

1. Preparación de los soportes. Preparar y limpiar el soporte perfectamente, siguiendo las indicaciones y las prescripciones de la D.F. En caso de soportes no degradados generar rugosidad en la superficie mediante escarificación mecánica garantizando en la superficie una rugosidad de al menos 0,5 mm, equivalente al grado 5 del "Kit de ensayo de preparación de soportes de hormigón armado y mampostería". Limpiar y eliminar polvo y aceite que pueda comprometer la adhesión del sistema mediante aire a presión. En caso de soporte con degradación evidente, no plano o deteriorado por acciones agresivas, eliminar en profundidad el posible hormigón dañado mediante escarificación mecánica o hidrodemolición, teniendo la precaución de generar rugosidad en el soporte de al menos 5 mm, equivalente al grado 8 del "Kit de ensayo de preparación de soportes de hormigón armado y mampostería", eliminar posibles óxido de las armaduras, que debe limpiarse mediante cepillado (manual o mecánico) o chorro de arena; realizar posible reconstrucción monolítica o alisado de la sección mediante geomortero tixotrópico GEOLITE.
2. Aplicación del sistema de refuerzo. Realizar el sistema de refuerzo estructural con fibra de acero Steel Reinforced Polymer (combinación con fibra de acero y adhesivo mineral epoxídico), colocando una banda de refuerzo longitudinal en la dirección del desarrollo de la propia viga, previa posible regularización del soporte con GEOLITE. Una vez madurados los tratamientos anteriormente descritos, aplicar una primera mano de adhesivo mineral epoxídico GEOLITE GEL, asegurando una cantidad suficiente de material sobre el soporte (espesor medio 2 - 3 mm) para colocar y embeber el tejido de refuerzo. Posteriormente aplicar, sobre la matriz aún fresca, el tejido de fibra de acero galvanizado UHTSS GEOSTEEL, garantizando el perfecto embebido de la banda en la capa de mortero, ejerciendo una presión enérgica con la llana y teniendo la precaución de que el propio mortero fluya entre los cordones para garantizar una óptima adhesión 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 20 cm. Finalizar la aplicación con el alisado final protector, empleando la cantidad de adhesivo necesaria (espesor total del refuerzo 3 - 4 mm) para el total recubrimiento del tejido de acero, actuando fresco sobre fresco. 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. En caso de que el sistema instalado se deba enfoscar o cubrir con alisado, se aconseja el uso de RASOBUILD ECO TOP, teniendo la precaución, con la resina aún fresca, de realizar el espolvoreo de QUARZO 5.12 o arena seca, con la granulometría oportuna, para facilitar el agarre.
3. Protección y decoración. Cuando el sistema de refuerzo es instalado en ambientes particularmente agresivos, o siempre que se quiera garantizar una protección adicional a la ya provista por la matriz, se aconseja la aplicación final de la pintura elastomérica KERAKOVER ACRILEX FLEX, aplicable también sobre las zonas no reforzadas. Si las obras están en contacto permanente u ocasional con sustancias líquidas, se recomienda contactar con el departamento técnico de Kerakoll para predisponer el sistema de protección más correcto.

ADVERTENCIAS

Geosteel se suministra en 4 gramajes distintos en función de las exigencias de cálculo:

- GEOSTEEL G600 (gramaje: 670 g/m²; n° cordones por cm = 1,57; espesor equivalente de la banda = 0,084 mm)
- GEOSTEEL G1200 (gramaje: 1200 g/m²; n° cordones por cm = 3,14; espesor equivalente de la banda = 0,169 mm)
- GEOSTEEL G2000 (gramaje: 2000 g/m²; n° cordones por cm = 4,72; espesor equivalente de la banda = 0,254 mm)
- GEOSTEEL G3300 (gramaje: 3300 g/m²; n° cordones por cm = 7,09; espesor equivalente de la banda = 0,381 mm).

Antes de efectuar la intervención verificar la idoneidad de la clase de resistencia del hormigón de soporte.

ESPECIFICACIÓN DE PROYECTO

Refuerzo a flexión de vigas de hormigón armado mediante el uso del sistema compuesto por matriz orgánica, SRP (Steel Reinforced Polymer), 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, formado por micro-cordones de acero producidos según norma ISO 16120-1/4 2017 fijados sobre una micromalla de fibra de vidrio, de peso neto de fibra de aproximadamente 3300 g/m² - tipo GEOSTEEL G3300 de Kerakoll - características técnicas certificadas de la banda: resistencia a tracción valor característico > 3000 MPa; modulo elástico > 190 GPa; deformación última a rotura > 1,5%; área efectiva de un cordón 3x2 (5 hilos) = 0,538 mm²; n° cordones por cm = 7,09 con el enrollado de los hilos con un elevado ángulo de torsión conforme a la norma ISO/DIS 17832; espesor equivalente de la banda = 0,381 mm, impregnado con el sistema epoxídico bicomponente en gel tixotrópico, conforme a los requisitos prestacionales requeridos por la norma EN 1504-4 para el encolado de elementos estructurales y por la norma EN 1504-6 para la fijación de barras de anclaje. Idóneo como matriz orgánica mineral en combinación con los tejidos de acero galvanizado Geosteel, en los sistemas certificados de refuerzo estructural, mejora y adecuación sísmica, sin la necesidad de aplicar un primer de adherencia, exento de disolventes, de bajísimas emisiones de sustancias orgánicas volátiles, - tipo GEOLITE GEL de Kerakoll - características técnicas certificadas: Euroclase de reacción al fuego C-s2,d0 (EN 13501-1); emisiones de sustancias orgánicas volátiles EC1 Plus certificado GEV-Emicode; temperatura de transición vítrea +60 °C (EN 12614); resistencia a la cizalladura > 20 MPa (EN 12188); retracción lineal < 0,005% (EN 12617-1); modulo elástico a flexión > 2500 MPa (EN ISO 178).

La actuación se desarrollará en las siguientes fases: posible tratamiento de reparación de las superficies degradadas, dañadas, sin cohesión o sin planimetría, garantizando una rugosidad en el soporte de al menos 0,5 mm; extensión de una primera mano de espesor de aproximadamente 2 - 3 mm, de adhesivo mineral epoxídico; con el adhesivo 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 matriz, en un espesor total del refuerzo de 3 - 4 mm; posible repetición de las fases de aplicación del tejido y adhesivo para todas las capas sucesivas de refuerzo previstas por el proyecto; eventual anclaje de las extremidades del tejido de fibra de acero mediante el enrollado del tejido y su fijación al interior de los agujeros precedentemente realizados con adhesivo mineral epoxídico o empesillado con elementos metálicos instalados con adhesivo mineral epoxídico.

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 áreas degradadas y la restauración del soporte; el anclaje; pruebas de aceptación del material; las investigaciones previas y posteriores a la intervención; todos los medios auxiliares necesarios para la ejecución de las obras.

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

1 Preparación de las superficies de soporte.



2 Corte del tejido de fibra de acero GEOSTEEL.



3 Aplicación de la primera mano de GEOLITE GEL.



4 Instalación del tejido de fibra de acero GEOSTEEL.

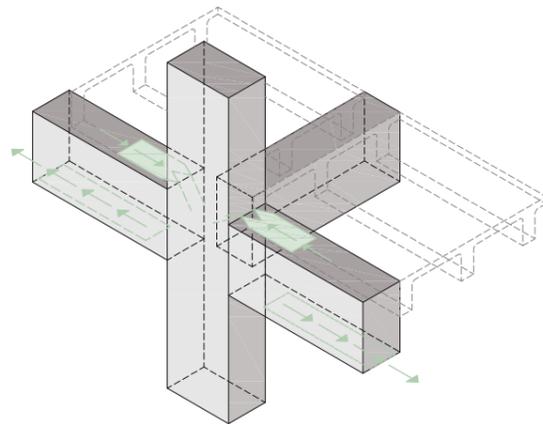


5 Aplicación de la segunda mano de GEOLITE GEL.



13

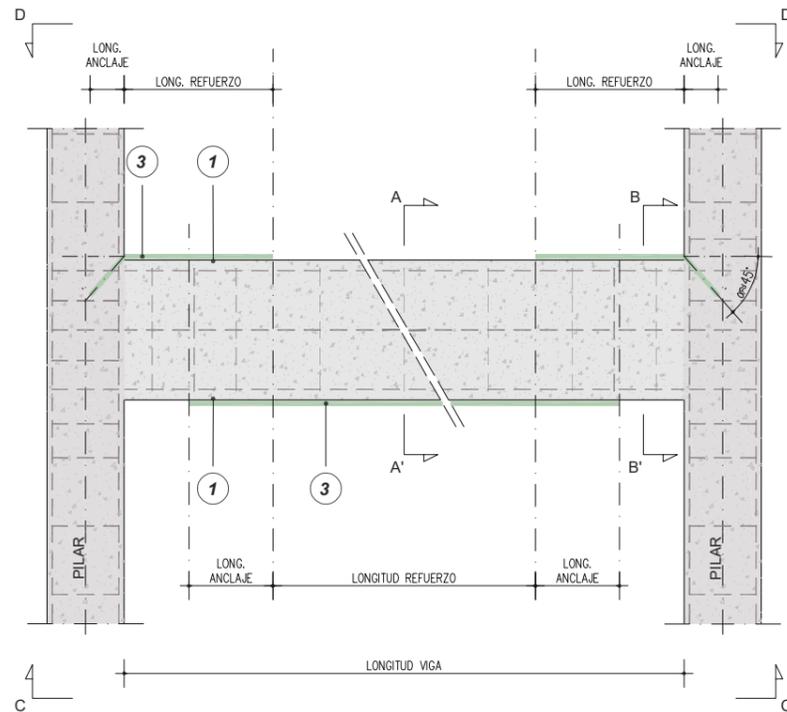
REFUERZO A FLEXIÓN DE VIGAS MEDIANTE ENCAMISADO CON TEJIDOS DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO CON ADHESIVO EPOXÍDICO



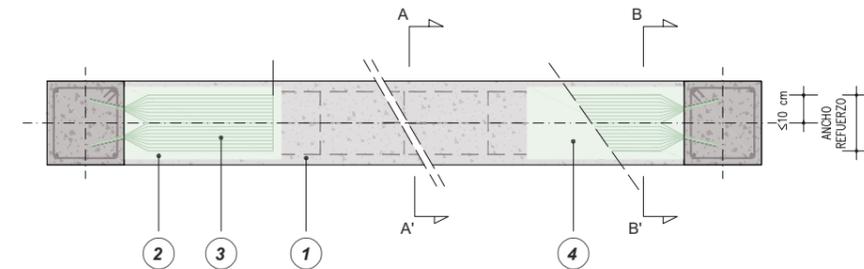
VISTA AXONOMÉTRICA
REFUERZO A FLEXIÓN DE LA VIGA

NOTE

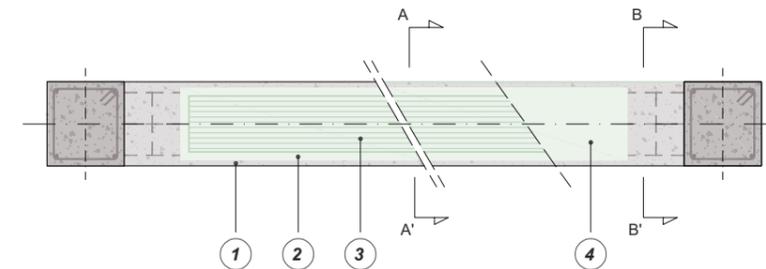
La normativa CNR-DT 200 R1/2013, en el párrafo 4.8.1.1, remarca que la resistencia media en compresión del hormigón no debe ser inferior a 15 N/mm² en el caso de refuerzo por adherencia.



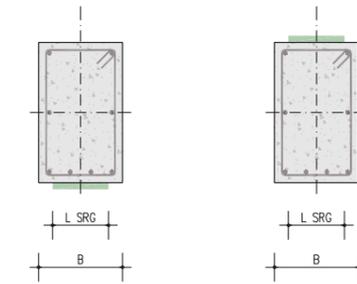
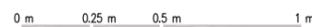
DETALLE
REFUERZO A FLEXIÓN DE LA VIGA MEDIANTE ENCAMISADO POR TRASDÓS E INTRADÓS



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



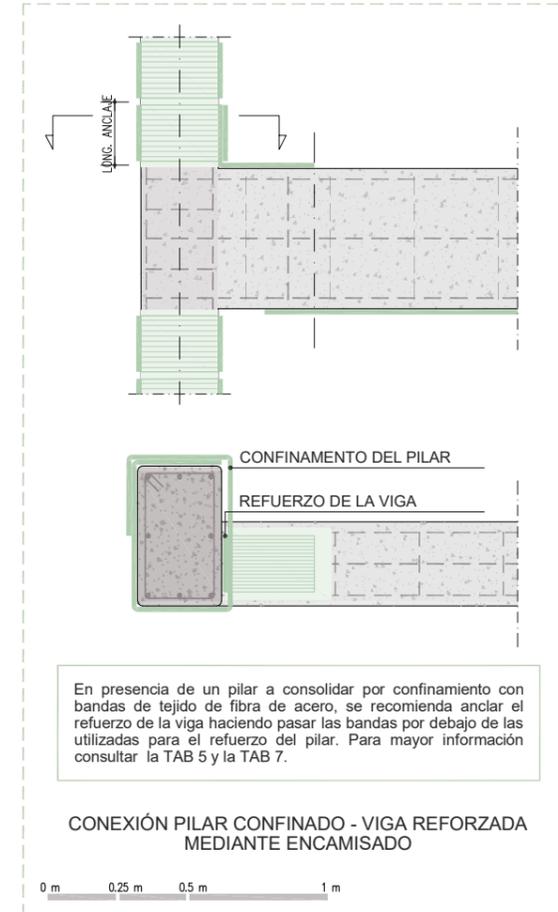
PLANTA C - C'
REFUERZO A FLEXIÓN DE LA VIGA MEDIANTE ENCAMISADO POR INTRADÓS



SECCIÓN A - A' SECCIÓN B - B'

REFUERZO A FLEXIÓN DE LA VIGA MEDIANTE ENCAMISADO POR TRASDÓS E INTRADÓS

DETALLE DE EJECUCIÓN



En presencia de un pilar a consolidar por confinamiento con bandas de tejido de fibra de acero, se recomienda anclar el refuerzo de la viga haciendo pasar las bandas por debajo de las utilizadas para el refuerzo del pilar. Para mayor información consultar la TAB 5 y la TAB 7.

CONEXIÓN PILAR CONFINADO - VIGA REFORZADA MEDIANTE ENCAMISADO

CUADRO NORMATIVO

El refuerzo a flexión es necesario para elementos estructurales sujetos a un momento flector de proyecto mayor de la resistencia correspondiente. A modo de ejemplo, el caso de la flexión recta se analiza a continuación, que ocurre, por ejemplo, cuando el eje de tensión coincide con un eje de simetría de la sección transversal del elemento reforzado. El refuerzo de flexión con materiales compuestos se puede lograr aplicando una o más láminas preformadas, o una o más capas de tejido impregnadas in situ, en el lado traccionado del elemento a reforzar. (CNR - DT 200 R1/2013 § 4.2.1.)

Encamisado y vendaje con materiales compuestos

El uso de materiales compuestos idóneos (u otros materiales resistentes a tracción) en el refuerzo sísmico de elementos de H.A. tiene como fin conseguir los siguientes objetivos:

- Aumento de la resistencia a cortante de pilares, vigas, nudos viga-pilar y muros mediante aplicación de bandas con las fibras dispuestas según la dirección de los cercos.
- Aumento de la resistencia en las partes terminales de vigas y pilares mediante aplicación de bandas con las fibras dispuestas según la dirección de las barras longitudinales y oportunamente ancladas, para que se garantice la eficacia del anclaje en el tiempo;
- Aumento de la ductilidad de los elementos unidimensionales, por efecto de las acciones de confinamiento pasivo ejercidas por las bandas con las fibras dispuestas según la dirección de los cercos.

Con el fin de verificar la seguridad de los elementos reforzados con materiales compuestos se pueden adoptar documentos de comprobada validez (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 §C8.7.4.2.3)

PREPARACIÓN DEL SOPORTE: EN CASO DE SOPORTES NO DEGRADADOS, GENERAR RUGOSIDAD EN LA SUPERFICIE, LIMPIAR Y ELIMINAR EL POLVO Y ACEITES QUE PUEDEN COMPROMETER LA ADHESIÓN DEL SISTEMA, MEDIANTE AIRE A PRESIÓN O HIDROLIMPIADORA. EN CASO DE SOPORTE EVIDENTEMENTE DEGRADADO, SIN PLANEIDAD O DAÑADO POR EVENTOS GRAVES: ELIMINACIÓN EN PROFUNDIDAD DEL HORMIGÓN DAÑADO MEDIANTE ESCARIFICACIÓN MECÁNICA O HIDRODEMOLICIÓN, TENIENDO LA PRECAUCIÓN DE GENERAR RUGOSIDAD EN EL SOPORTE DE AL MENOS 5 mm; ELIMINACIÓN DEL ÓXIDO DE LA ARMADURA MEDIANTE CEPILLADO (MANUAL O MECÁNICO) O CHORRO DE ARENA; RECONSTRUCCIÓN MONOLÍTICA O ACABADO DE LA SECCIÓN MEDIANTE EL GEOMORTERO TIXOTRÓPICO **GEOLITE®**. ANTES DE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA DE REFUERZO PROCEDER SIEMPRE A LA PREPARACIÓN DEL SOPORTE CON RUGOSIDAD DE AL MENOS 0,5 mm. SI SE PREVEN POSIBLES TRATAMIENTOS DE REGULARIZACIÓN PREVIOS CON **GEOLITE®**. ESPERAR A LA MADURACIÓN DE ESTOS TRATAMIENTOS PARA APLICAR LA PRIMERA MANO DE **GEOLITE® GEL**

1

Después de haber comprobado la calidad del soporte y realizado, si fuera necesario, la reparación del hormigón dañado y el tratamiento de las barras metálicas, puede ser oportuno recurrir a un chorreado de arena adicional sobre la superficie involucrada en el refuerzo.

[...] En el caso en que se trabaje sobre una superficie de hormigón que no necesite de reparación, pero si tenga una mala calidad, es oportuno valorar la posibilidad de aplicar sobre ella un consolidante.

[...] En general, es necesario verificar que sobre la superficie de aplicación del refuerzo no hayan restos de polvo, grasa, hidrocarburos y/o tensoactivos. (CNR - DT 200 R1/2013 § 4.8.1.3)*

EXTENDER UNA PRIMERA MANO DEL ADHESIVO MINERAL EPOXÍDICO **GEOLITE® GEL**, GARANTIZANDO SOBRE EL SOPORTE UNA CANTIDAD DE MATERIAL SUFICIENTE (ESPESOR MEDIO 2-3 mm) PARA INSTALAR Y EMBEBER EL TEJIDO DE REFUERZO. PREVER LA POSTERIOR COLOCACIÓN DE LAS CAPAS DE TEJIDO SOBRE LA MATRIZ AÚN FRESCA

2

APLICACIÓN, SOBRE LA MATRIZ AÚN FRESCA, EL TEJIDO DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO **GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300**, GARANTIZANDO EL PERFECTO EMBEBIDO DE LA BANDA EN LA CAPA DE MATRIZ, EJERCENDO PRESIÓN ENERGICA CON LLANA O RODILLO DE ACERO Y TENIENDO PRECAUCIÓN DE QUE LA MATRIZ SALGA ENTRE LOS CORDONES, CONSIGUIENDO UNA ADHESIÓN ÓPTIMA ENTRE LAS SUCEASIVAS CAPAS DE MATRIZ. EN LOS PUNTOS DE UNIÓN LONGITUDINAL, SOLAPAR DOS CAPAS DE TEJIDO DE FIBRA DE ACERO AL MENOS 20 cm

3

El sistema de refuerzo se coloca respectivamente al intradós o trasdós según el momento flector actuante sea positivo o negativo. Para el anclaje en los extremos de las bandas mediante desfibrado, se considera un ancho máximo de banda de 100 mm para cada agujero realizado. La inyección del tejido desfibrado, se realizará con **GEOLITE® GEL**. Para más información acerca del solape de las capas de tejido y sobre los anclajes de los extremos consultar el APÉNDICE A.

Debe preverse una longitud de anclaje de al menos 200 mm. Como alternativa, es posible el uso de conectores mecánicos. (CNR - DT 200 R1/2013 § 4.8.2.2)

ACABADO FINAL PROTECTOR CON **GEOLITE® GEL**. INTRODUCIR LA CANTIDAD DE ADHESIVO NECESARIO (ESPESOR MEDIO TOTAL DE 3-4 mm) PARA EL TOTAL RECUBRIMIENTO DEL TEJIDO DE ACERO, ACTUANDO FRESCO SOBRE FRESCO. ANTES DEL POSIBLE ENFOSCADO, SE RECOMIENDA APLICAR UNA MANO DE **RASOBUILD ECO TOP** TENIENDO PRECAUCIÓN DE EFECTUAR UN ESPOLVOREO CON **QUARZO 5.12** O ARENA SECA DE LA GRANULOMETRÍA CORRECTA SOBRE EL SISTEMA EPOXÍDICO AÚN FRESCO

4

Cuando el sistema de refuerzo se instale en ambientes particularmente agresivos, o cuando se quiera garantizar una mayor protección a la ofrecida por la propia matriz, se recomienda la aplicación final de la pintura elastomérica **KERAKOVER ECO ACRILEX FLEX** aplicable, también, sobre las zonas no reforzadas. Si los trabajos se ejecutan en contacto permanente o ocasional con sustancias líquidas, se aconseja ponerse en contacto con el Departamento Técnico de KeraKoll para poder dar al sistema protecciones mas adecuadas.

14

Refuerzo a cortante de vigas mediante encamisado con tejidos de fibra de acero galvanizado con geomortero mineral estructural tixotrópico



PRESCRIPCIÓN

- Preparación de los soportes. Preparar y limpiar el soporte perfectamente, siguiendo las indicaciones y las prescripciones de la D.F. En caso de soportes no degradados generar rugosidad garantizando en la superficie una rugosidad de al menos 5 mm, equivalente al grado 8 del "Kit de ensayo de preparación de soportes de hormigón armado y mampostería", limpiar y eliminar polvo y aceite que pueda comprometer la adhesión del sistema, mediante aire a presión o hidrolimpiadora. En caso de soporte con degradación evidente, no plano o deteriorado por acciones agresivas, se procederá como se describe a continuación: posible eliminación en profundidad del hormigón dañado mediante escarificación mecánica o hidrodemolición, teniendo cuidado de crear rugosidad al soporte de al menos 5 mm, equivalente al grado 8 del "Kit de ensayo de preparación de soportes de hormigón armado y mampostería"; posible eliminación del óxido de los hierros de armadura, que deberán estar limpios mediante cepillado (manual o mecánico) o chorro de arena; posible reconstrucción monolítica o alisado de la sección mediante geomortero tixotrópico GEOLITE. Concluir la preparación del soporte mediante redondeo de las aristas con un radio de curvatura mínimo de 20 mm.
- Aplicación del sistema de refuerzo. Realizar el sistema de refuerzo estructural con fibra de acero Steel Reinforced Grout (combinación de fibra de acero y mortero mineral estructural tixotrópico a base de Geoligante), efectuando encamisados en "U" o de envoltura completa (que serán diseñados por el técnico competente), con la aplicación de una primera mano de GEOLITE, garantizado sobre el soporte una cantidad mínima 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 UHTSS GEOSTEEL (preformado en función de la geometría del elemento estructural mediante el uso de la PIEGATRICE GEOSTEEL), garantizando el perfecto embebido de la banda en la capa de mortero, ejerciendo un presión energética con la llana y teniendo la precaución de que el propio mortero fluya entre los cordones para garantizar una óptima adhesión entre la primera y segunda capa de matriz. Concluir la aplicación con el alisado final protector (espesor total del refuerzo 5 - 8 mm), realizado con GEOLITE, con el objetivo de embeber totalmente el refuerzo y cerrar 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. En caso de refuerzo en "U" es posible extender la longitud eficaz del refuerzo a todo el canto útil de las vigas, realizando el anclaje de la banda en el interior del espesor del forjado mediante el uso del adhesivo mineral epoxidico GEOLITE GEL.
- Protección y decoración. Cuando el sistema de refuerzo es instalado en ambientes particularmente agresivos, o siempre que se quiera garantizar una protección adicional a la ya provista por el geomortero, se aconseja la aplicación final de la geopintura GEOLITE MICROSILICATO o de la pintura elastomérica KERAKOVER ACRILEX FLEX, aplicable también sobre las zonas no reforzadas. Si las obras están en contacto permanente u ocasional con sustancias líquidas, se recomienda contactar con el departamento técnico de Kerakoll para predisponer el sistema de protección más correcto.

ADVERTENCIAS

Geosteel se suministra en 2 gramajes distintos en función de las exigencias de cálculo:

- GEOSTEEL G600 (gramaje: 670 g/m²; n° cordones por cm = 1,57; espesor equivalente de la banda = 0,084 mm)
- GEOSTEEL G1200 (gramaje: 1200 g/m²; n° cordones por cm = 3,14; espesor equivalente de la banda = 0,169 mm).

Antes de efectuar la intervención verificar la idoneidad de la clase de resistencia del hormigón de soporte.

ESPECIFICACIÓN DE PROYECTO

Refuerzo a cortante de vigas de hormigón armado con encamisado en "U" o en envoltura completa, mediante el uso del sistema compuesto por 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 micromalla de fibra de vidrio, de peso neto de fibra de aproximadamente 1200 g/m² - tipo GEOSTEEL G1200 de Kerakoll - características técnicas certificadas de la banda: resistencia a tracción valor característico > 3000 MPa; modulo elástico > 190 GPa; deformación última a rotura > 1,5%; área efectiva de un cordón 3x2 (5 hilos) = 0,538 mm²; n° cordones por cm = 3,14 con el enrollado de los hilos con un elevado ángulo de torsión conforme a la norma ISO/DIS 17832; espesor equivalente de la banda = 0,169 mm, impregnado con geomortero mineral certificado, eco-compatible, tixotrópico, de bajísimo contenido en polímeros petroquímicos y exento de fibras orgánicas, específico para la pasivación, la reparación, el alisado y la protección monolítica de durabilidad garantizada de estructuras de hormigón, GreenBuilding Rating 3, provisto de marcado CE y conforme a los requisitos prestacionales requeridos por la Norma EN 1504-7 para la pasivación de las barras de armadura, por la EN 1540-3, Clase R4 (maduración en CC y PCC) para la reconstrucción volumétrica y el alisado y por la EN 1504-2 para la protección de superficies, de acuerdo a los Principios, 2, 3, 4, 5, 7, 8 y 11 definidos por la EN 1504-9 - tipo GEOLITE de Kerakoll - características técnicas certificadas: ninguna corrosión de la barra metálica (EN 15183), resistencia a compresión a los 28 días > 50 MPa (EN 12190), adhesión a los 28 días > 2 MPa (EN 1542), modulo elástico E a los 28 días ≥ 20 GPa (EN 13412), resistente a la carbonatación (EN 13295), retracción lineal < 0,3% (EN 12617-1), resistencia a la abrasión con pérdida de peso de la probeta < 3000 mg (EN ISO 5470-1).

La actuación se desarrollará en las siguientes fases: posible tratamiento de reparación de las superficies degradadas, dañadas, sin cohesión o sin planimetría, garantizando una rugosidad en el soporte de al menos 5 mm y redondeo de las aristas con radio de curvatura de al menos 20 mm y humectación hasta saturación de las superficies; plegado del tejido de fibra de acero galvanizado de altísima resistencia, en función de la geometría del elemento estructural mediante el uso de la plegadora adecuada certificada; 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 total del refuerzo de 5 - 8 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; en el caso de conformación en "U", prever el anclaje de las extremidades del tejido al interior del forjado, fijadas con adhesivo mineral epoxidico (a contabilizar aparte).

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 áreas degradadas y la restauración del soporte; el anclaje; pruebas de aceptación del material; las investigaciones previas y posteriores a la intervención; todos los medios auxiliares necesarios para la ejecución de las obras. El precio es por unidad de superficie de refuerzo puesto en obra incluidos los solapes.

1 Redondeado de las esquinas de las vigas.



2 Preparación de las superficies de soporte.



3 Plegado del tejido de fibra de acero GEOSTEEL.



4 Aplicación de primera mano de GEOLITE.



5 Instalación del tejido de fibra de acero GEOSTEEL.

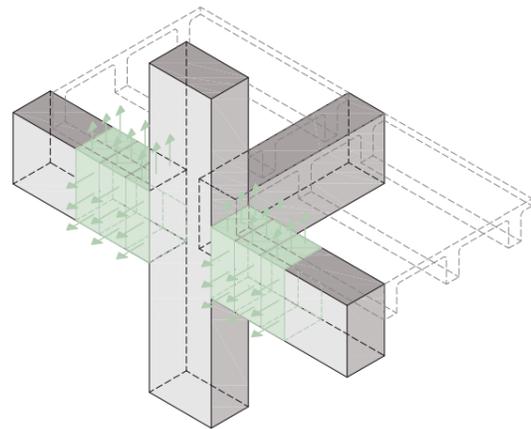
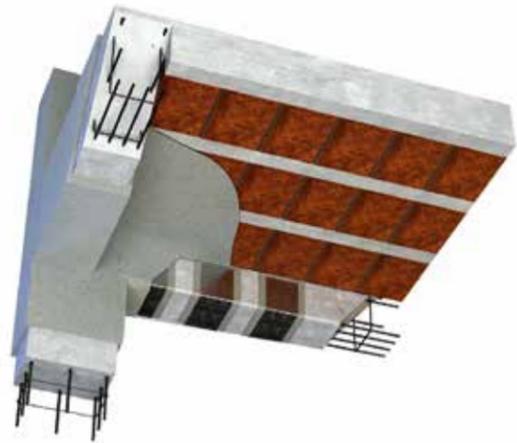


6 Aplicación de la segunda mano de GEOLITE.



14

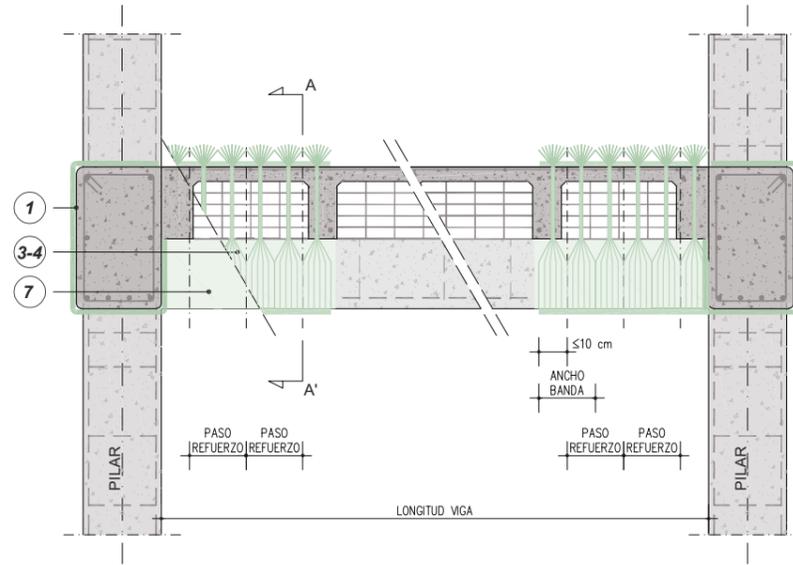
REFUERZO A CORTANTE DE VIGAS MEDIANTE ENCAMISADO CON TEJIDOS DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO CON GEOMORTERO MINERAL ESTRUCTURAL TIXOTRÓPICO



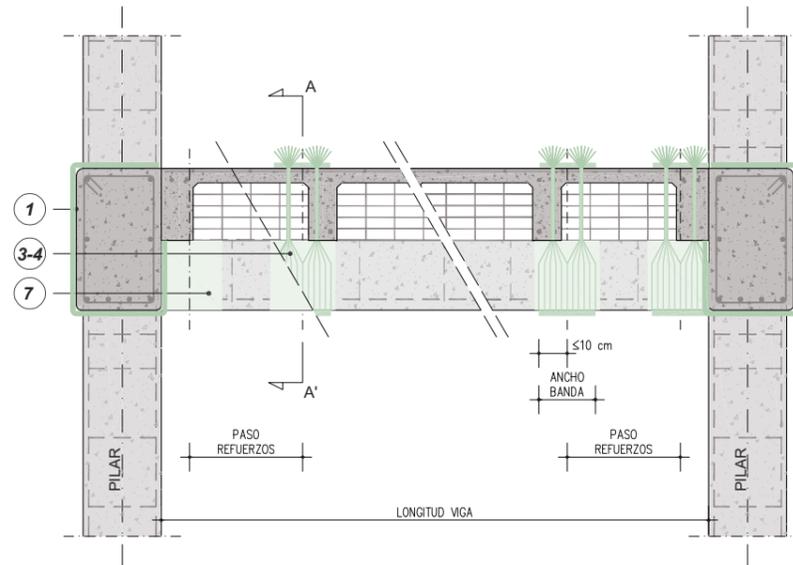
VISTA AXONOMÉTRICA
REFUERZO A CORTANTE DE VIGA

NOTE

La normativa CNR-DT 215/2018, en el párrafo 5, remarca que la resistencia media a compresión del hormigón no debe ser inferior a 15 N/mm² en el caso de refuerzo por adherencia.



DETALLE
REFUERZO A CORTANTE DE VIGA MEDIANTE
ENCAMISADO CONTINUO



DETALLE
REFUERZO A CORTANTE DE VIGA MEDIANTE
ENCAMISADO DISCONTINUO

CUADRO NORMATIVO

Refuerzo a cortante de vigas y pilares

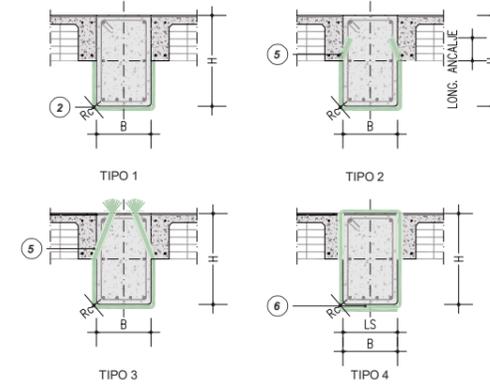
El refuerzo a cortante se realiza aplicando bandas de tejido sobre la superficie del elemento que se quiere incrementar la resistencia. El refuerzo puede ser continuo, aplicando cada bandas de tejido adyacente al anterior, o discontinuo, intercalando las bandas de refuerzo con espacios vacíos. Además el refuerzo puede realizarse envolviendo completamente la sección o con una configuración en U, eventualmente utilizando conectores. (CNR - DT 215/2018 §2.2.2.2)

Encamisado y vendaje con materiales compuestos

El uso de materiales compuestos idóneos (o otros materiales resistentes a tracción) en el refuerzo sísmico de elementos de H.A. tiene como fin conseguir los siguientes objetivos:

- aumento de la resistencia a cortante de pilares, vigas, nudos viga-pilar y muros mediante aplicación de bandas con las fibras dispuestas según la dirección de los estribos;
- aumento de la resistencia en las partes terminales de vigas y pilares mediante aplicación de bandas con las fibras dispuestas según la dirección de las barras longitudinales y oportunamente ancladas, para que se garantice la eficacia del anclaje en el tiempo;
- aumento de la ductilidad de los elementos unidimensionales, por efecto de las acciones de confinamiento pasivo ejercidas por las bandas con las fibras dispuestas según la dirección de los estribos.

Con el fin de verificar la seguridad de los elementos reforzados con materiales compuestos se pueden adoptar documentos de validez comprobada (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 §C8.7.4.2.3)

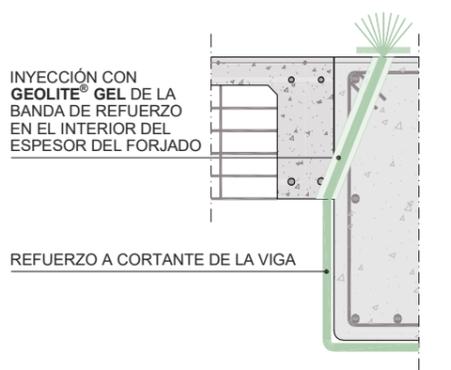


SECCIÓN A - A'
COLOCACIÓN DEL REFUERZO A CORTANTE

0 m 0,25 m 0,5 m 1 m

Las soluciones TIPO 1 y TIPO 2 son idóneas solo en el caso que sea posible anclar el tejido en el área comprimida. En el caso que las fibras tensionadas se encuentren en el trasdoso es aconsejable adoptar las soluciones TIPO 3 y TIPO 4. Para el anclaje de los extremos de las bandas mediante el deshilado, se considera un ancho máximo de 100 mm de banda para cada orificio perforado. El anclaje del tejido deshilado que se realizará con **GEOLITE® GEL**. Para el TIPO 4, en la sección se aconseja intervenir sobre la posición de la longitud de solape para optimizar el anclaje del sistema de refuerzo.

SOLUCIONES DE ANCLAJE PARA REFUERZO A CORTANTE EN U



En caso de refuerzo en "U" es posible extender la longitud eficaz del refuerzo en toda la altura útil de la viga, realizando el anclaje de la banda en el interior del espesor del forjado mediante el uso del adhesivo mineral epoxídico **GEOLITE® GEL**. Realizar un agujero para el anclaje cada 10 cm de ancho de banda.

0 m 0,25 m 0,5 m

EN CASO DE SOPORTES NO DEGRADADOS, GENERACIÓN DE RUGOSIDAD EN LA SUPERFICIE, LIMPIAR Y ELIMINAR EL POLVO Y ACEITES QUE PUEDEN COMPROMETER LA ADHESIÓN DEL SISTEMA, MEDIANTE AIRE A PRESIÓN O HIDROLIMPIADORA. EN CASO DE SOPORTE EVIDENTEMENTE DEGRADADO, SIN PLANEIDAD O DAÑO POR EVENTOS GRAVES: ELIMINACIÓN EN PROFUNDIDAD DEL HORMIGÓN DAÑADO MEDIANTE ESCARIFICACIÓN MECÁNICA O HIDRODEMOLICIÓN, TENIENDO LA PRECAUCIÓN DE GENERAR RUGOSIDAD EN EL SOPORTE CON RUGOSIDAD DE AL MENOS 5 mm; ELIMINACIÓN DEL ÓXIDO DE LA ARMADURA MEDIANTE CEPILLADO (MANUAL O MECÁNICO) O CHORRO DE ARENA; RECONSTRUCCIÓN MONOLÍTICA O ACABADO DE LA SECCIÓN MEDIANTE EL GEOMORTERO TIXOTRÓPICO **GEOLITE®**.

- 1 PREPARACIÓN DEL SOPORTE CON RUGOSIDAD DE AL MENOS 5 mm Y REDONDEO DE LAS ARISTAS CON UN RADIO DE CURVATURA MÍNIMO DE 20 mm
- 2

En todos los casos en los que el sistema de refuerzo FRM deba aplicarse entorno a aristas, éstas deben ser oportunamente redondeadas y el radio de curvatura del redondeo debe ser de al menos 20 mm. Tal redondeo puede no ser necesario para mallas de acero, además en relación a lo declarado por el fabricante, siempre que se hayan realizado las pruebas específicas de laboratorio. Irá indicado en el manual de instalación la herramienta de pliegue que debe ser utilizado para realizar pliegues. (CNR - DT 215/2018 §6)

APLICACIÓN DE UNA PRIMERA MANO DE **GEOLITE®**, GARANTIZANDO SOBRE EL SOPORTE UNA CANTIDAD DE MATERIAL SUFICIENTE (ESPESOR MEDIO 3-5 mm) PARA INSTALAR Y EMBEBER EL TEJIDO DE REFUERZO. EN CASO DE CAPAS POSTERIORES A LA PRIMERA, PROCEDER CON LA COLOCACIÓN DE LA SEGUNDA CAPA DE FIBRA SOBRE LA MATRIZ AÚN FRESCA

- 3
- 4 APLICACIÓN, SOBRE LA MATRIZ AÚN FRESCA, DEL TEJIDO DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO **GEOSTEEL G600** O **GEOSTEEL G1200** (PREFORMADO EN FUNCIÓN DE LA GEOMETRÍA DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL MEDIANTE EL USO DE LA **PIEGATRICE GEOSTEEL**), GARANTIZANDO EL PERFECTO EMBEBIDO DE LA CAPA EN LA MATRIZ

ANCLAJES DE LOS EXTREMOS MEDIANTE DESHILACHADO EN LA PERFORACIÓN PASANTE.

- 5
- 6 APLICACIÓN DEL TEJIDO CON UNA LONGITUD DE SOLAPE L_s PARA GARANTIZAR EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DEL SOPORTE

ACABADO FINAL PROTECTOR REALIZADO CON **GEOLITE®** PARA UN ESPESOR COMPRENDIDO ENTRE 5-8 mm PARA EMBEBER EL REFUERZO Y RELLENAR POSIBLES HUECOS Y TENIENDO LA PRECAUCIÓN DE ACTUAR FRESCO SOBRE FRESCO

- 7 Para garantizar una mayor protección, además de la proporcionada por el geomortero, se aconseja la aplicación final de la geopintura **GEOLITE® MICROSilicato**, a aplicar, también, sobre las zonas no reforzadas. Cuando el sistema de refuerzo se instale en ambientes particularmente agresivos, se recomienda la aplicación final de la pintura elastomérica **KERAKOVER ECO ACRILEX FLEX** aplicable, también, sobre las zonas no reforzadas. Si los trabajos se ejecutan en contacto permanente o ocasional con sustancias líquidas, se aconseja ponerse en contacto con el Departamento Técnico de KeraKoll para poder dar al sistema protecciones más adecuadas.

15

Refuerzo a cortante de vigas mediante encamisado con tejidos de fibra de acero galvanizado con adhesivo epoxídico



PRESCRIPCIÓN

1. Preparación de los soportes. Preparar y limpiar el soporte perfectamente, siguiendo las indicaciones y las prescripciones de la D.F. En caso de soportes no degradados generar rugosidad en la superficie mediante escarificación mecánica garantizando en la superficie una rugosidad de al menos 0,5 mm, equivalente al grado 5 del "Kit de ensayo de preparación de soportes de hormigón armado y mampostería". Limpiar y eliminar polvo y aceite que pueda comprometer la adhesión del sistema mediante aire a presión. En caso de soporte con degradación evidente, no plano o deteriorado por acciones agresivas, eliminar en profundidad el posible hormigón dañado mediante escarificación mecánica o hidrodemolición, teniendo la precaución de generar rugosidad en el soporte de al menos 5 mm, equivalente al grado 8 del "Kit de ensayo de preparación de soportes de hormigón armado y mampostería", eliminar posibles óxido de las armaduras, que debe limpiarse mediante cepillado (manual o mecánico) o chorro de arena; realizar posible reconstrucción monolítica o alisado de la sección mediante geomortero tixotrópico GEOLITE. Concluir la preparación del soporte mediante redondeo de las aristas con un radio de curvatura mínimo de 20 mm.
2. Aplicación del sistema de refuerzo. Realizar el sistema de refuerzo estructural con fibra de acero Steel Reinforced Polymer (combinación con fibra de acero y adhesivo mineral epoxídico), efectuando encamisados en "U" o de envoltura completa (que serán diseñados por el técnico competente), previa posible regularización del soporte con GEOLITE. Una vez madurados los tratamientos anteriormente descritos, aplicar una primera mano de adhesivo mineral epoxídico GEOLITE GEL, asegurando una cantidad suficiente de material sobre el soporte (espesor medio 2 - 3 mm) para colocar y embeber el tejido de refuerzo. Posteriormente aplicar, sobre la matriz aún fresca, el tejido de fibra de acero galvanizado UHTSS GEOSTEEL (preformado en función de la geometría del elemento estructural mediante el uso de la PIEGATRICE GEOSTEEL), garantizando el perfecto embebido de la banda en la capa de mortero, ejerciendo una presión enérgica con la llana y teniendo la precaución de que el propio mortero fluya entre los cordones para garantizar una óptima adhesión entre la primera y segunda capa de matriz. Finalizar la aplicación con el alisado final protector, empleando la cantidad de adhesivo necesaria (espesor total del refuerzo 3 - 4 mm) para el total recubrimiento del tejido de acero, actuando fresco sobre fresco. 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. En caso de que el sistema instalado se deba enfoscar o cubrir con alisado, se aconseja el uso de RASOBUILD ECO TOP, teniendo la precaución, con la resina aún fresca, de realizar el espolvoreo de QUARZO 5.12 o arena seca, con la granulometría oportuna, para facilitar el agarre. En caso de refuerzo en "U" es posible extender la longitud eficaz del refuerzo a todo el canto útil de las vigas, realizando el anclaje de la banda en el interior del espesor del forjado mediante el uso del adhesivo mineral epoxídico GEOLITE GEL.
3. Protección y decoración. Cuando el sistema de refuerzo es instalado en ambientes particularmente agresivos, o siempre que se quiera garantizar una protección adicional a la ya provista por la matriz, se aconseja la aplicación final de la pintura elastomérica KERAKOVER ACRILEX FLEX, aplicable también sobre las zonas no reforzadas. Si las obras están en contacto permanente u ocasional con sustancias líquidas, se recomienda contactar con el departamento técnico de Kerakoll para predisponer el sistema de protección más correcto.

ADVERTENCIAS

Geosteel se suministra en 4 gramajes distintos en función de las exigencias de cálculo:

- GEOSTEEL G600 (gramaje: 670 g/m²; n° cordones por cm = 1,57; espesor equivalente de la banda = 0,084 mm)
- GEOSTEEL G1200 (gramaje: 1200 g/m²; n° cordones por cm = 3,14; espesor equivalente de la banda = 0,169 mm)
- GEOSTEEL G2000 (gramaje: 2000 g/m²; n° cordones por cm = 4,72; espesor equivalente de la banda = 0,254 mm)
- GEOSTEEL G3300 (gramaje: 3300 g/m²; n° cordones por cm = 7,09; espesor equivalente de la banda = 0,381 mm).

Antes de efectuar la intervención verificar la idoneidad de la clase de resistencia del hormigón de soporte.

ESPECIFICACIÓN DE PROYECTO

Refuerzo a cortante de vigas de hormigón armado mediante el uso del sistema compuesto por matriz orgánica, SRP (Steel Reinforced Polymer), 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 micromalla de fibra de vidrio, de peso neto de fibra de aproximadamente 3300 g/m² - tipo GEOSTEEL G3300 de Kerakoll - características técnicas certificadas de la banda: resistencia a tracción valor característico > 3000 MPa; modulo elástico > 190 GPa; deformación última a rotura > 1,5%; área efectiva de un cordón 3x2 (5 hilos) = 0,538 mm²; n° cordones por cm = 7,09 con el enrollado de los hilos con un elevado ángulo de torsión conforme a la norma ISO/DIS 17832; espesor equivalente de la banda = 0,381 mm, impregnado con el sistema epoxídico bicomponente en gel tixotrópico, conforme a los requisitos prestacionales requeridos por la norma EN 1504-4 para el encolado de elementos estructurales y por la norma EN 1504-6 para la fijación de barras de anclaje. Idóneo como matriz orgánica mineral en combinación con los tejidos de acero galvanizado Geosteel, en los sistemas certificados de refuerzo estructural, mejora y adecuación sísmica, sin la necesidad de aplicar un primer de adherencia, exento de disolventes, de bajísimas emisiones de sustancias orgánicas volátiles, - tipo GEOLITE GEL de Kerakoll - características técnicas certificadas: Euroclase de reacción al fuego C-s2,d0 (EN 13501-1); emisiones de sustancias orgánicas volátiles EC1 Plus certificado GEV-Emicode; temperatura de transición vítrea +60 °C (EN 12614); resistencia a la cizalladura > 20 MPa (EN 12188); retracción lineal < 0,005% (EN 12617-1); modulo elástico a flexión > 2500 MPa (EN ISO 178).

La actuación se desarrollará en las siguientes fases: posible tratamiento de reparación de las superficies degradadas, dañadas, sin cohesión o sin planimetría, garantizando una rugosidad en el soporte de al menos 0,5 mm y redondeo de las aristas con radio de curvatura de al menos 20 mm; plegado del tejido de fibra de acero galvanizado de altísima resistencia, en función de la geometría del elemento estructural mediante el uso de la plegadora adecuada certificada; extensión de una primera mano de espesor de aproximadamente 2 - 3 mm, de adhesivo mineral epoxídico; con el adhesivo 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 matriz, en un espesor total del refuerzo de 3 - 4 mm; posible repetición de las fases de aplicación del tejido y adhesivo para todas las capas sucesivas de refuerzo previstas por el proyecto; en el caso de conformación en "U", prever el anclaje de las extremidades del tejido al interior del forjado, fijadas con adhesivo mineral epoxídico (a contabilizar aparte).

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 áreas degradadas y la restauración del soporte; el anclaje; pruebas de aceptación del material; las investigaciones previas y posteriores a la intervención; todos los medios auxiliares necesarios para la ejecución de las obras.

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

1 Redondeado de las esquinas de las vigas.



2 Preparación de las superficies de soporte.



3 Plegado del tejido de fibra de acero GEOSTEEL.



4 Aplicación de la primera mano de GEOLITE GEL.



5 Instalación del tejido de fibra de acero GEOSTEEL.

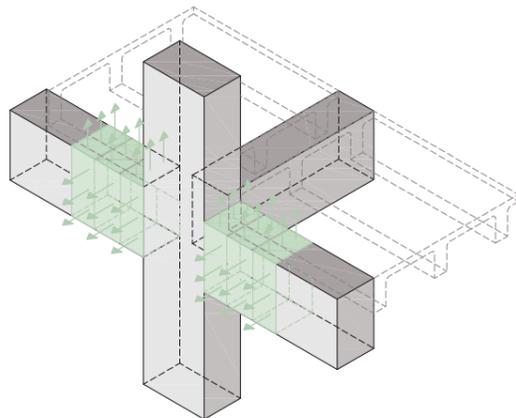
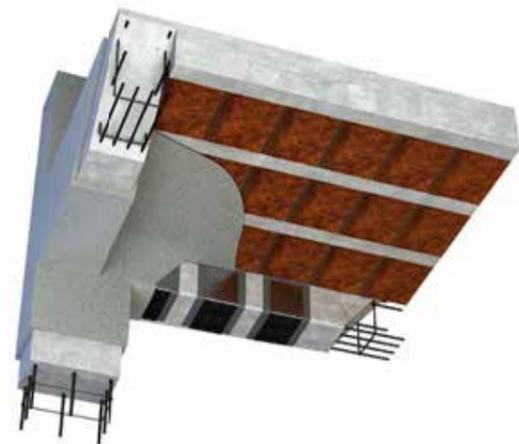


6 Aplicación de la segunda mano de GEOLITE GEL.



15

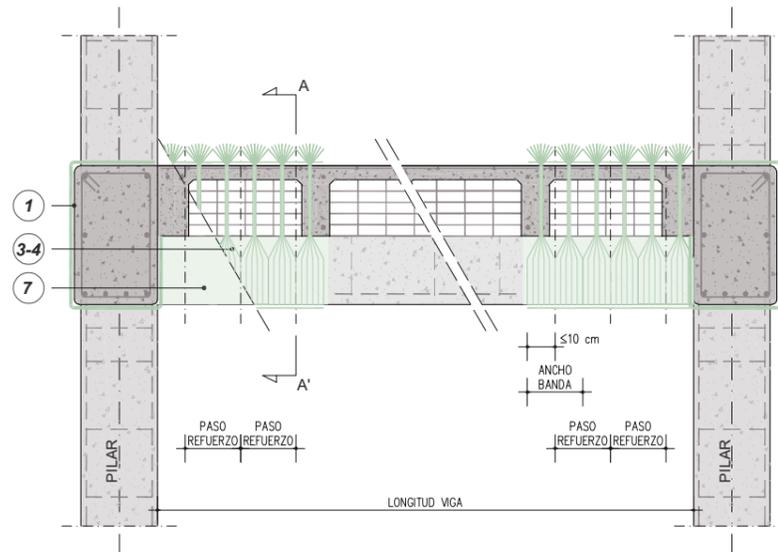
REFUERZO A CORTANTE DE VIGAS MEDIANTE ENCAMISADO CON TEJIDOS DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO CON ADHESIVO EPOXÍDICO



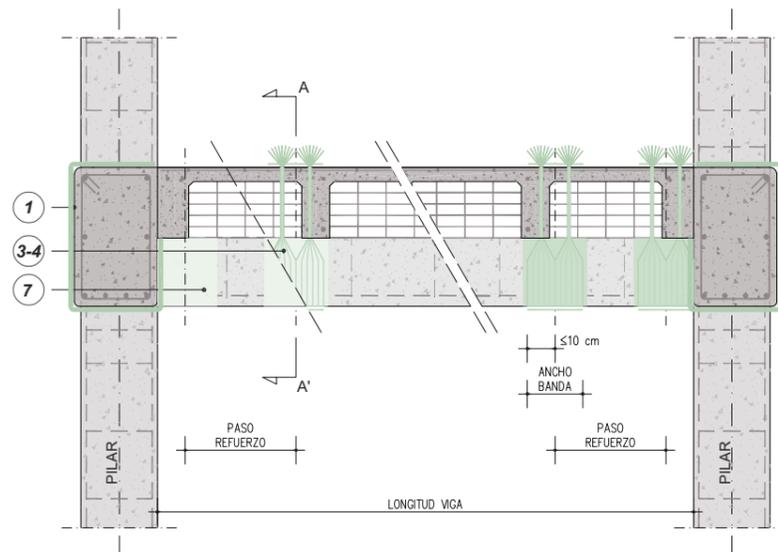
VISTA AXONOMÉTRICA
REFUERZO A CORTANTE DE VIGA

NOTAS

La normativa CNR-DT 200 R1/2013, en el párrafo 4.8.1.1, remarca que la resistencia media en compresión del hormigón no debe ser inferior a 15 N/mm² en el caso de refuerzo por adherencia.



DETALLE
REFUERZO A CORTANTE DE LA VIGA MEDIANTE
ENCAMISADO CONTINUO



DETALLE
REFUERZO A CORTANTE DE LA VIGA MEDIANTE
ENCAMISADO DISCONTINUO

CUADRO NORMATIVO

El refuerzo a cortante si fuera necesario en el caso de elementos estructurales para los cuales el cortante de cálculo, posiblemente valorado con los criterios de la jerarquía de las resistencias, sea superior a la correspondiente resistencia de cálculo. Esta última debe determinarse considerando la contribución del hormigón y de la posible armadura transversal presente. (CNR - DT 200 R1/2013 § 4.3.1.)

El refuerzo a cortante con materiales compuestos se realiza aplicando en adherencia sobre la superficie externa del elemento a reforzar (Figura 4-7) elementos uni o bidimensionales compuestos (comúnmente tejidos, constituidos por una o más capas de material. En el caso de aplicaciones de elementos unidimensionales, las bandas de compuesto pueden aplicarse en adyacentes las unas de las otras, o de manera discontinua. Elementos distintivos del sistema de refuerzo son: la geometría (espesor, ancho, paso) de las bandas de compuesto adheridas al elemento reforzado y el ángulo de inclinación de las fibras respecto al eje longitudinal de esta última. La disposición del sistema de refuerzo entorno a la sección puede realizarse de la siguiente manera: en U o en envoltura (Figura 4-8). (CNR - DT 200 R1/2013 § 4.3.2.)

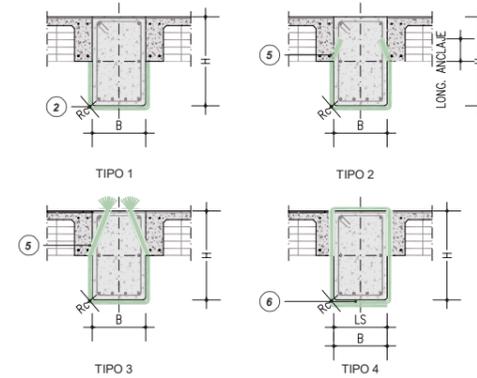
Encamisado y vendaje con materiales compuestos

El uso de materiales compuestos idóneos (o otros materiales resistentes a tracción) en el refuerzo sísmico de elementos de H.A. tiene como fin conseguir los siguientes objetivos:

- aumento de la resistencia a cortante de pilares, vigas, nudos viga-pilar y muros mediante aplicación de bandas con las fibras dispuestas según la dirección de los estribos;
- aumento de la resistencia en las partes terminales de vigas y pilares mediante aplicación de bandas con las fibras dispuestas según la dirección de las barras longitudinales y oportunamente ancladas, para que se garantice la eficacia del anclaje en el tiempo;
- aumento de la ductilidad de los elementos unidimensionales, por efecto de las acciones de confinamiento pasivo ejercidas por las bandas con las fibras dispuestas según la dirección de los estribos.

Con el fin de verificar la seguridad de los elementos reforzados con materiales compuestos se pueden adoptar documentos de validez comprobada (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 §C8.7.4.2.3)

* Para la limpieza del soporte se hace referencia a normativa de validez comprobada

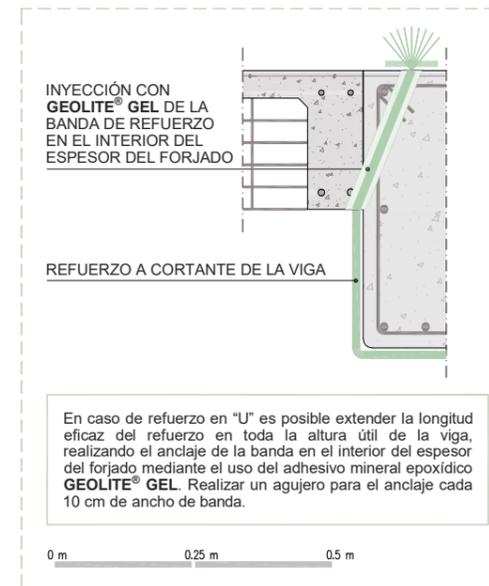


SECCIÓN A - A'
COLOCACIÓN DEL REFUERZO A CORTANTE

0 m 0,25 m 0,5 m 1 m

Las soluciones TIPO 1 y TIPO 2 son idóneas solo en el caso que sea posible anclar el tejido en el área comprimida. En el caso que las fibras tensionadas se encuentren en el trasdós es aconsejable adoptar las soluciones TIPO 3 y TIPO 4. Para el anclaje de los extremos de las bandas mediante el deshilado, se considera un ancho máximo de 100 mm de banda para cada orificio perforado. El anclaje del tejido deshilado que se realizará con **GEOLITE® GEL**. Para el TIPO 4, en la sección se aconseja intervenir sobre la posición de la longitud de solape para optimizar el anclaje del sistema de refuerzo.

SOLUCIONES DE ANCLAJE PARA REFUERZO A CORTANTE EN U



En caso de refuerzo en "U" es posible extender la longitud eficaz del refuerzo en toda la altura útil de la viga, realizando el anclaje de la banda en el interior del espesor del forjado mediante el uso del adhesivo mineral epoxídico **GEOLITE® GEL**. Realizar un agujero para el anclaje cada 10 cm de ancho de banda.

0 m 0,25 m 0,5 m

GENERACIÓN DE RUGOSIDAD EN LA SUPERFICIE, LIMPIAR Y ELIMINAR EL POLVO Y ACEITES QUE PUEDEN COMPROMETER LA ADHESIÓN DEL SISTEMA, MEDIANTE AIRE A PRESIÓN O HIDROLIMPIADORA. EN CASO DE SOPORTE DEGRADADO: ELIMINACIÓN DEL HORMIGÓN DAÑADO MEDIANTE ESCARIFICACIÓN MECÁNICA O HIDRODEMOLICIÓN, TENIENDO LA PRECAUCIÓN DE GENERAR RUGOSIDAD EN EL SOPORTE CON RUGOSIDAD DE AL MENOS 0,5 mm; ELIMINACIÓN DEL ÓXIDO DE LA ARMADURA MEDIANTE CEPILLADO (MANUAL O MECÁNICO) O CHORRO DE ARENA; RECONSTRUCCIÓN MONOLÍTICA O ACABADO DE LA SECCIÓN MEDIANTE EL GEOMORTERO TIXOTRÓPICO **GEOLITE®**.

1 Después de haber comprobado la calidad del soporte y realizado, si fuera necesario, la reparación del hormigón dañado y el tratamiento de las barras metálicas, puede ser oportuno recurrir a un chorreado de arena adicional sobre la superficie involucrada en el refuerzo. [...] En el caso en que se trabaje sobre una superficie de hormigón que no necesite de reparación, pero si tenga una mala calidad, es oportuno valorar la posibilidad de aplicar sobre ella un consolidante. [...] En general, es necesario verificar que sobre la superficie de aplicación del refuerzo no hayan restos de polvo, grasa, hidrocarburos y/o tensoactivos. (CNR - DT 200 R1/2013 § 4.8.1.3)

PREPARACIÓN DEL SOPORTE CON RUGOSIDAD DE AL MENOS 0,5 mm Y REDONDEO DE LAS ARISTAS CON UN RADIO DE CURVATURA MÍNIMO DE 20 mm

2 En las actuaciones de refuerzo a cortante, torsión y confinamiento es adecuado realizar el redondeo de las aristas de los elementos reforzados, con el fin de evitar concentraciones de tensiones localizadas peligrosas, que pudieran provocar una rotura prematura del compuesto. El radio de curvatura, del redondeo debe ser de al menos 20 mm. (CNR - DT 200 R1/2013 § 4.8.2.2)

APLICACIÓN, DE UNA PRIMERA MANO DEL ADHESIVO MINERAL EPOXÍDICO **GEOLITE® GEL**, GARANTIZANDO SOBRE EL SOPORTE UNA CANTIDAD DE MATERIAL SUFICIENTE (ESPESOR MEDIO 2-3 mm) PARA INSTALAR Y EMBEBER EL TEJIDO DE REFUERZO. SI HAY PREVISTO UN POSIBLE TRATAMIENTO ANTERIOR, ESPERAR A LA MADURACIÓN DE DICHO TRATAMIENTO ANTES DE APLICAR LA PRIMERA MANO DE ADHESIVO EPOXÍDICO. EN CASO DE CAPAS POSTERIORES A LA PRIMERA, COLOCAR LA SEGUNDA CAPA DE FIBRA SOBRE LA CAPA DE MATRIZ AÚN FRESCA

3 APLICACIÓN, SOBRE LA MATRIZ AÚN FRESCA, EL TEJIDO DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO **GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300**, (PREFORMANDO EN FUNCIÓN DE LA GEOMETRÍA DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL MEDIANTE EL USO DE LA PEGATRICE **GEOSTEEL**), GARANTIZANDO EL PERFECTO EMBEBIDO DE LA BANDA EN LA CAPA DE MATRIZ

4 En el caso de sistemas de refuerzos en U sobre secciones rectangulares o en T, es posible mejorar las condiciones de vinculación de las extremidades libres de los compuestos (no envuelven completamente entorno a los ángulos de las secciones), por ejemplo aplicando barras, láminas o tiras de FRP. En este caso, si se demuestra la efectividad de la vinculación ofrecida por los dispositivos antes mencionados, el comportamiento del sistema de refuerzo en forma de U puede considerarse equivalente al del refuerzo por envoltura (CNR - DT 200 R1/2013 § 4.3.2)

ANCLAJES DE LOS EXTREMOS MEDIANTE DESHILACHADO EN LA PERFORACIÓN PASANTE

5 APLICAR EL TEJIDO CON UNA LONGITUD DE SOLAPE L_s PARA GARANTIZAR EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DEL REFUERZO

6 ACABADO FINAL PROTECTOR CON **GEOLITE® GEL**. INTRODUCIR LA CANTIDAD DE ADHESIVO NECESARIO (ESPESOR MEDIO TOTAL DE 3-4 mm) PARA EL TOTAL RECUBRIMIENTO DEL TEJIDO DE ACERO. ACTUANDO FRESCO SOBRE FRESCO. ANTES DEL POSIBLE ENFOSCADO, SE RECOMIENDA APLICAR UNA MANO DE **RASOBUILD ECO TOP** TENIENDO PRECAUCIÓN DE EFECTUAR ESPOLVOREO CON **QUARZO 5.12** O ARENA SECA DE LA GRANULOMETRÍA CORRECTA SOBRE EL SISTEMA EPOXÍDICO AÚN FRESCO

7 Cuando el sistema de refuerzo se instale en ambientes particularmente agresivos, o cuando se quiera garantizar una mayor protección a la ofrecida por la propia matriz, se recomienda la aplicación final de la pintura elastomérica **KERAKOVER ECO ACRILEX FLEX** aplicable, también, sobre las zonas no reforzadas. Si los trabajos se ejecutan en contacto permanente o ocasional con sustancias líquidas, se aconseja ponerse en contacto con el Departamento Técnico de Kerakoll para poder dar al sistema protecciones más adecuadas.

