

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.

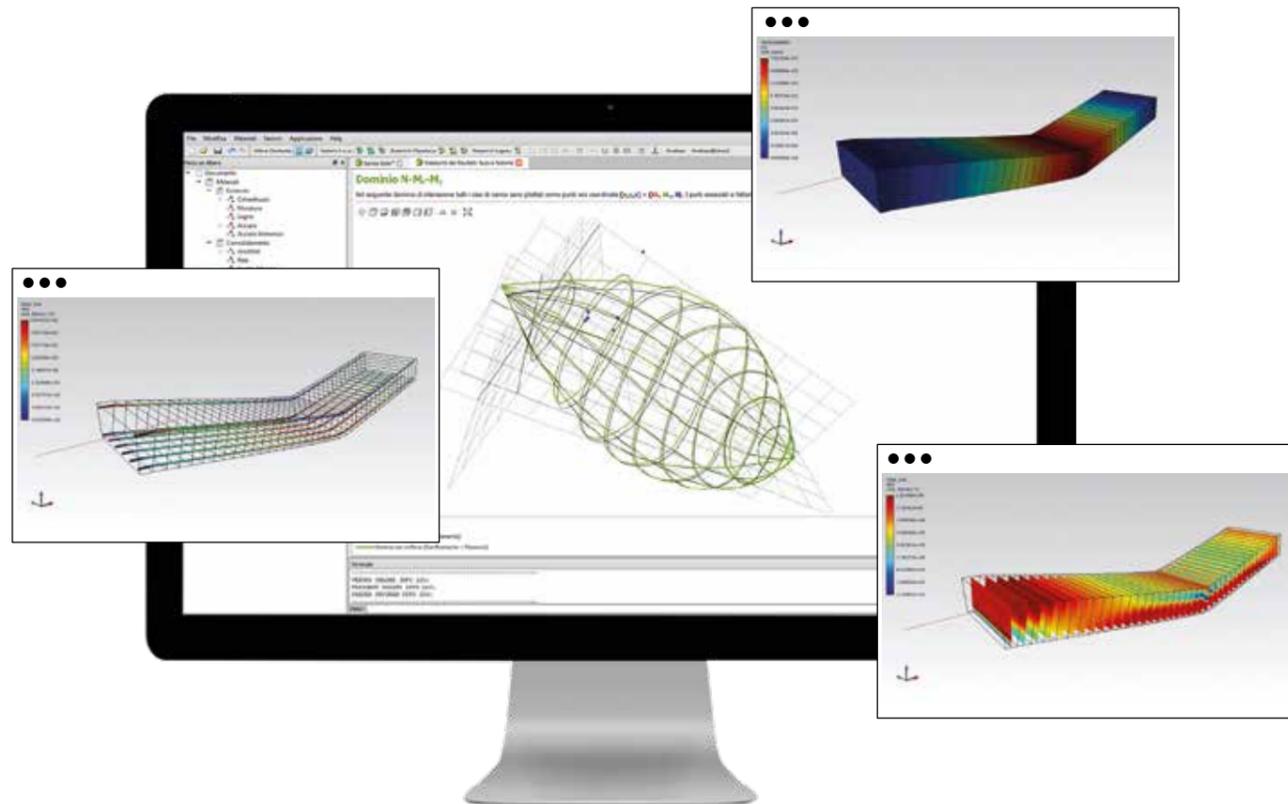
La combinación de las matrices Kerakoll con los tejidos de fibra de acero y de fibra de basalto constituyen los innovadores sistemas de refuerzo estructural en bajo espesor, que ofrecen múltiples ventajas como: simplicidad aplicativa y comportamiento resistente, modulo elástico y tenacidad superiores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

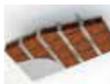
RECONSTRUCCIÓN, REPARACIÓN Y AUMENTO DE SECCIÓN

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

4 Refuerzo mediante realización de conexión rígida entre pilar prefabricado y solera industrial de H.A. con adhesivo epoxídico

PRESCRIPCIÓN

1. Preparación de los soportes. Individualizar mediante la instrumentación correcta (ej. pacómetro), las zonas sin armadura. Realizada esta comprobación preliminar, se crearán los agujeros en la losa industrial mediante fresado y/o vaciado, respetando las siguientes dimensiones (que deberán alojar cada barra de armadura proyectada y comprobada por el técnico competente): la longitud de solape (Ls) debe ser al menos igual a 50 veces el diámetro (Ø) de la barra de armadura usada para la conexión, mientras que la profundidad (hs) debe ser al menos de 50 mm. Agujerear el pilar en los puntos preestablecidos para permitir la posterior fijación de las barras metálicas de conexión; la profundidad (La) debe ser de al menos de 10 veces el diámetro (Ø), con una inclinación limitada respecto a la horizontal ($\leq 15^\circ$). Limpiar el soporte y las cavidades realizadas, eliminando cualquier residuo de polvo, grasa, aceite y otras sustancias contaminantes con aire a presión o hidrolimpiadora.
2. Realización del refuerzo mediante conexión armada. Proceder con la inyección mediante GEOLITE GEL, de las barras metálicas en el pilar y en las cavidades en espesores no inferiores a 10 mm garantizando la distancia adecuada al soporte y el adecuado recubrimiento, respetando las correctas técnicas aplicativas. Las barras de armadura, al menos dos por cada lado del pilar, deben estar dimensionadas y verificadas por el técnico habilitado.

ADVERTENCIAS

En caso de que la distancia entre dos barras metálicas consecutivas colocadas a lo largo del mismo lado del pilar sea pequeño, se aconseja realizar un único agujero/hueco que contenga las dos barras, para evitar un gasto excesivo en mano de obra.

ESPECIFICACIÓN DE PROYECTO

Actuación de refuerzo estructural con realización de conexión rígida entre pilar prefabricado y losa industrial, mediante: realización de al menos dos cavidades por lado del pilar en la pavimentación existente mediante fresado y/o vaciado (longitud de anclaje Ls al menos de 50 veces el diámetro Ø de la barra metálica utilizada para la conexión - profundidad hs de al menos 50 mm) y posteriores agujeros en el pilar, en los puntos preestablecidos (profundidad La al menos de 10 veces el diámetro Ø con inclinación respecto a la horizontal $\leq 15^\circ$); limpieza del soporte y de las cavidades mediante aire a presión y/o aspiradora; posicionamiento en las cavidades, para la inyección en el pilar, de las barras metálicas, distanciadas del soporte y con su adecuado recubrimiento; relleno final de los huecos realizados mediante sistema epoxídico bicomponente en gel tixotrópico, GreenBuilding Rating 4, provisto de marcado CE y 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: demolición y fresado de la zona de cavidades indicadas; relleno de las cavidades y fijación de las barras con adhesivo mineral epoxídico.

Incluida la realización de los huecos y la posterior limpieza. Se excluyen las armaduras metálicas a utilizar para la conexión y los ensayos pre y post actuación.

El precio es por metro lineal de barra inyectada.

1 _____

Fresado en el forjado.



2 _____

Realización de los agujeros en el pilar.



3 _____

Relleno de huecos y cavidades con GEOLITE GEL.



4 _____

Inserción de las barras metálicas de conexión.



5 _____

Anclaje de las barras metálicas de conexión.



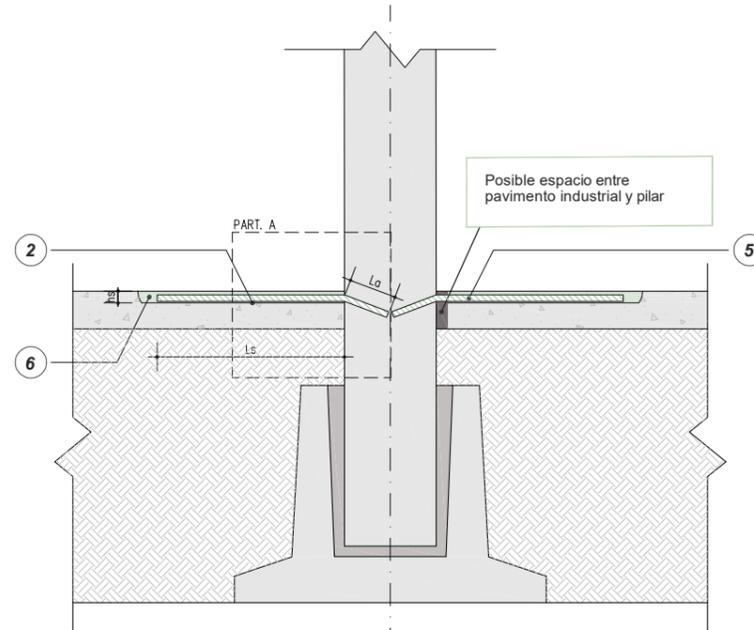
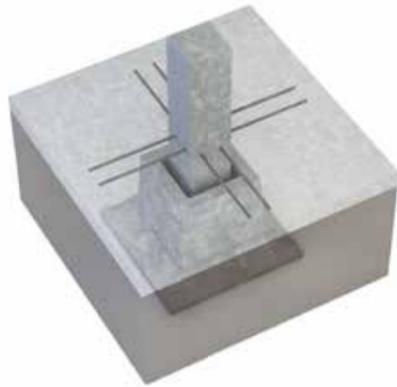
6 _____

Posible ciclo de acabado.



4

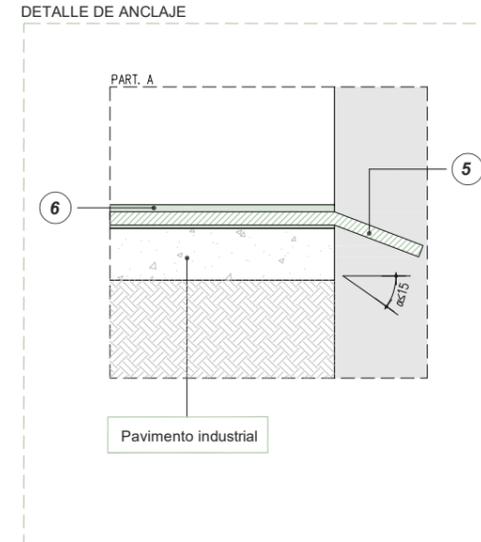
REFUERZO MEDIANTE REALIZACIÓN DE CONEXIÓN RÍGIDA ENTRE PILAR PREFABRICADO Y SOLERA INDUSTRIAL DE H.A. CON ADHESIVO EPOXÍDICO.



SECCIÓN A-A'
REFUERZO MEDIANTE REALIZACIÓN DE CONEXIÓN RÍGIDA ENTRE PILAR PREFABRICADO Y SOLERA INDUSTRIAL EN H.A.

Imágenes gráficas reelaboradas por: "Linee di indirizzo per interventi locali e globali su edifici industriali monopiano non progettati con criteri antisismici" - DPC, ReLUIS, CNI, Assobeton

0 m 0.25 m 0.5 m 1 m



Se recomienda el uso de:
 $hs > 50 \text{ mm}$;
 $La > 10\varnothing$;
 $Ls > 50\varnothing$
 ("Linee di indirizzo per interventi locali e globali su edifici industriali monopiano non progettati con criteri antisismici" - DPC, ReLUIS, CNI, Assobeton)

1 PREPARACIÓN DEL SOPORTE: IDENTIFICAR, MEDIANTE PACÓMETRO, LAS ZONAS SIN ARMADURA

2 PREPARACIÓN DE LOS SOPORTES: FRESADO DEL PAVIMENTO INDUSTRIAL: LONGITUD DE SOLAPE (Ls) AL MENOS 50 VECES EL DIÁMETRO (\varnothing) DE LA BARRA UTILIZADA PARA LA CONEXIÓN; PROFUNDIDAD (hs) AL MENOS DE 50 mm

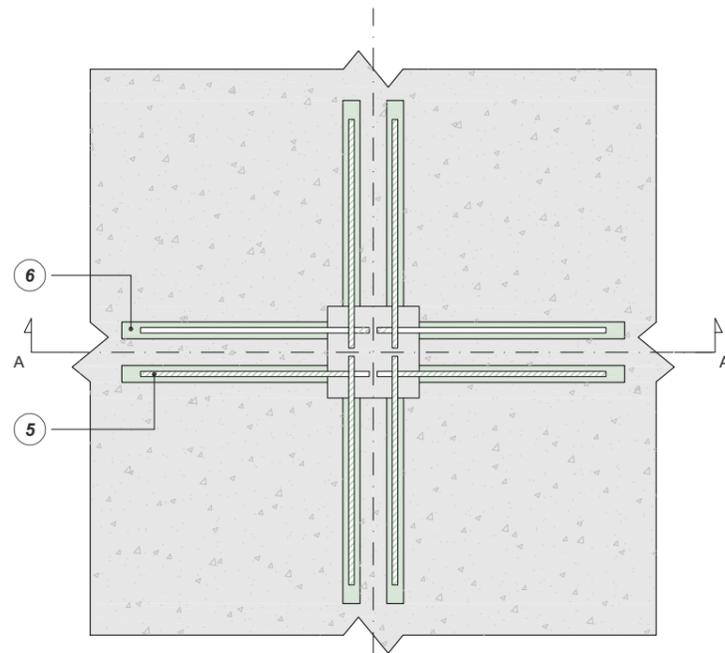
3 PREPARACIÓN DE LOS SOPORTES: PERFORACIÓN EN EL INTERIOR DEL PILAR PARA INYECCIÓN DE LAS BARRAS DE CONEXIÓN: LONGITUD DE ANCLAJE (La) AL MENOS 10 VECES EL DIÁMETRO (\varnothing) CON LA INCLINACIÓN LIMITADA RESPECTO A LA HORIZONTAL ($\leq 15^\circ$)

En el caso de que la distancia entre dos barras metálicas consecutivas colocadas a lo largo del mismo lado del pilar sea pequeño, se aconseja efectuar un único agujero que contenga más barras, donde evitar un gasto excesivo de mano de obra.

4 PREPARACIÓN DE LOS SOPORTES: LIMPIEZA DEL SOPORTE Y DE LAS CAVIDADES, ELIMINANDO CUALQUIER RESIDUO DE POLVO, GRASA, ACEITE Y OTRAS SUSTANCIAS CONTAMINANTES CON AIRE A PRESIÓN O HIDROLIMPIADORA

5 REALIZACIÓN DE LA CONEXIÓN ARMADA: INYECCIÓN DE LAS BARRAS METÁLICAS EN EL PILAR (AL MENOS DOS POR CADA LADO) MEDIANTE RESINA **GEOLITE® GEL**

6 SELLADO DEL FRESADO Y DE LAS CAVIDADES MEDIANTE RESINA **GEOLITE® GEL**



PLANTA
REFUERZO MEDIANTE REALIZACIÓN DE CONEXIÓN RÍGIDA ENTRE PILAR PREFABRICADO Y SOLERA INDUSTRIAL EN H.A.

0 m 0.25 m 0.5 m 1 m

OBJETIVOS

- Mejora del vínculo a tierra del pilar: la actuación permite obviar el comportamiento rotacional típico de la cimentación en vaso aislada, proporcionando un grado de vinculación adicional.
- Conexión horizontal entre los pilares a nivel de la cimentación.

("Linee di indirizzo per interventi locali e globali su edifici industriali monopiano non progettati con criteri antisismici" - DPC, ReLUIS, CNI, Assobeton)

VENTAJAS Y DESVENTAJAS

VENTAJAS

- Simplicidad ejecutiva.
- Utilizable para el acomodo definitivo de la estructura.

DESVENTAJAS

- Discreta invasividad.
- No realizable en presencia de pavimentos con acabados de valor estético.

APLICACIONES

- Rotación rígida del pilar sin evidente daño en la base por formación de rótula plástica.
- Las partes del pavimento en contacto con el pilar están gravemente dañadas.
- El pavimento no está apoyado contra el pilar por la presencia de una junta.
- Insuficiencia de la cimentación y/o desplazamientos relativos del suelo entre las bases de pilares.

("Linee di indirizzo per interventi locali e globali su edifici industriali monopiano non progettati con criteri antisismici" - DPC, ReLUIS, CNI, Assobeton)

DIMENSIONADO

- Transferencia por tracción de una fuerza de al menos el 15% del axil actuante sobre el pilar por efecto de las cargas permanentes.
- En la verificación a cortante de la parte del pilar por debajo del pavimento, considerar la presencia del empuje pasivo de la parte correspondiente de terreno.

5

Refuerzo de pilares mediante encamisado de confinamiento 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 posible 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.
- 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 el encamisado en anillo en torno a la sección del pilar objeto de la intervención, de ancho y paso a establecer por el técnico competente, con 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 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 (en caso de refuerzo a confinamiento, realizar la completa superposición en el lado corto del pilar, hasta instalar el tejido sobre la mitad de lado largo). 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. Cuando la relación entre los lados del pilar es mayor de dos, para garantizar un mejor efecto de confinamiento, proceder con la aplicación de sistemas de conexión realizados con GEOSTEEL, en colaboración con INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL, previa perforación correcta de la estructura de hormigón armado, fijando los mismos en el interior del soporte con adhesivo mineral epoxídico 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 de pilares de hormigón armado con encamisado de confinamiento, 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 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 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; 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 empresillado 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  Redondeo de las esquinas del pilar

2  Preparación de las superficies de soporte.

3  Indicaciones de las zonas de tejido donde efectuar los pliegues.

4  Plegado del tejido de fibra de acero GEOSTEEL.

5  Aplicación de primera mano de GEOLITE.

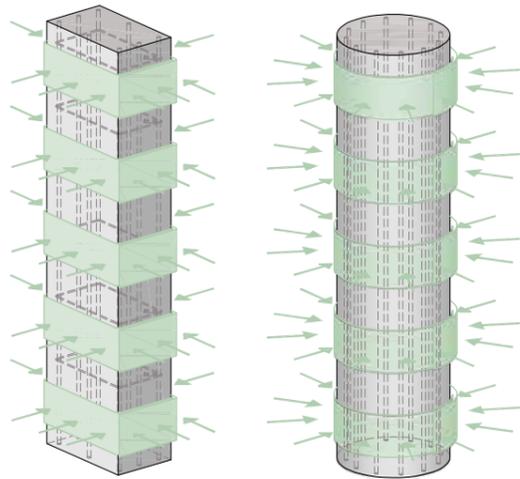
6  Instalación del tejido de fibra de acero GEOSTEEL y aplicación de segunda mano de GEOLITE.



5

REFUERZO DE PILARES MEDIANTE ENCAMISADO DE CONFINAMIENTO CON TEJIDOS DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO CON GEOMORTERO MINERAL ESTRUCTURAL TIXOTRÓPICO

Geoforceone
Software



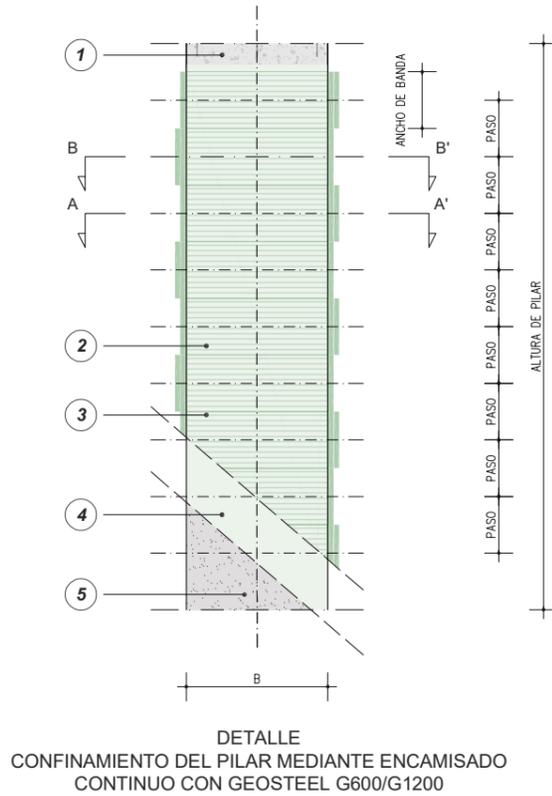
VISTA AXONOMÉTRICA CONFINAMIENTO DE PILAR

NOTA

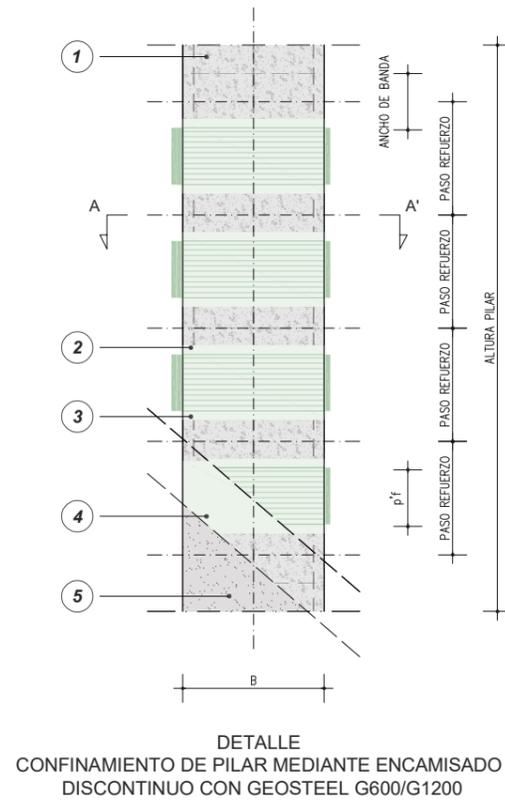
Es posible optimizar la colocación del refuerzo para aumentar la capacidad flexional así como la de confinamiento y la de cortante. En el caso del sistema de refuerzo solo a confinamiento y a cortante no es necesario prever el anclaje a las estructuras horizontales existentes.

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 CONFINAMIENTO DEL PILAR MEDIANTE ENCAMISADO CONTINUO CON GEOSTEEL G600/G1200



DETALLE CONFINAMIENTO DE PILAR MEDIANTE ENCAMISADO DISCONTINUO CON GEOSTEEL G600/G1200

0 m 0.25 m 0.5 m 1 m

0 m 0.25 m 0.5 m 1 m

CUADRO NORMATIVO

Recubrimiento y envoltura con materiales compuestos. El uso de materiales compuestos (u otros materiales resistentes a la tracción) en el refuerzo sísmico de elementos de hormigón armado tiene como objetivo lograr los siguientes objetivos: - aumento de la resistencia al cizallamiento de pilares, vigas, nodos de vigas de pilares y paredes mediante la aplicación de bandas con fibras dispuestas de acuerdo con la dirección de los soportes; aumento de la resistencia en las partes finales de las vigas y pilares mediante la aplicación de bandas con las fibras dispuestas según las indicaciones de la dirección de los objetivos. Con la finalidad 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)

En todos los casos donde el sistema de refuerzo FRCM deba ser aplicado entorno a las esquinas, éstas deberán ser correctamente redondeadas siendo el radio de curvatura de, al menos, igual a 20 mm. Tal curvatura puede no ser necesaria para tejidos de acero, también según lo declarado por el fabricante, siempre que sea constatado por pruebas de laboratorio específicas. También debe indicarse en el manual de instalación el dispositivo que debe ser utilizado para realizar los pliegues. (CNR - DT 215/2018 §6)

El confinamiento mediante FRCM de elementos de sección cuadrada o rectangular permite conseguir ligeros incrementos de la resistencia a compresión. Aplicaciones de este tipo deben, por tanto, ser atentamente proyectadas y analizadas. En ausencia de las pruebas experimentales adecuadas, que prueben su eficacia, no se considera el efecto del confinamiento externo sobre secciones rectangulares para las cuales $b/h > 2$ siendo b la dimensión mayor y h la dimensión menor de la sección.

Antes de la aplicación del sistema FRCM es adecuado realizar el redondeo de las aristas de la sección, con el fin de evitar concentraciones de tensiones localizadas en correspondencia de las mismas, que pudieran provocar una rotura prematura del sistema. El radio de curvatura de la arista debe cumplir la siguiente limitación: $r_c \geq 20\text{mm}$.

En el caso de confinamiento de columnas mediante tejido de acero, tal prescripción sobre el radio de curvatura puede desatenderse, como se indica en el § 6. (CNR - DT 215/2018 § 4.4.2)

Debe asegurarse una longitud de anclaje adecuada, en el lado de mayor longitud de la sección en la que el refuerzo FRCM se instale. A falta de investigaciones más precisas, esta debe ser de al menos 300 mm. [...]. En presencia de más capas de refuerzo, las uniones deben escalonarse. Se aconseja desfases inferiores a la mitad del espesor del elemento reforzado, con un mínimo de 300 mm. (CNR - DT 215/2018 § 6)

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

PREPARACIÓN DEL SOPORTE: ELIMINACIÓN EN PROFUNDIDAD DEL HORMIGÓN DAÑADO (RUGOSIDAD DE AL MENOS 5 mm). ELIMINACIÓN DEL ÓXIDO DE LA ARMADURA. LIMPIEZA DEL SOPORTE DE RESIDUOS DE POLVO, GRASA, ACEITES Y OTRAS SUSTANCIAS CONTAMINANTES. RECONSTRUCCIÓN MONOLÍTICA O ACABADO DE LA SECCIÓN CON GEOLITE® TENIENDO PRECAUCIÓN DE GARANTIZAR LA RUGOSIDAD SUFICIENTE DE AL MENOS 5 mm. MOJAR EL SOPORTE HASTA QUE ESTE SATURADO, SIN AGUA EN SUPERFICIE

1 EXTENDER SOBRE EL SOPORTE UN ESPESOR MÍNIMO DE 3-5 mm DE GEOLITE®, PARA INSTALAR Y EMBEBER EL TEJIDO DE REFUERZO

2 TEJIDO GEOSTEEL G600 O GEOSTEEL G1200 DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO COLOCADO A BANDAS PARALELAS Y/O PERPENDICULARES AL EJE DEL ELEMENTO

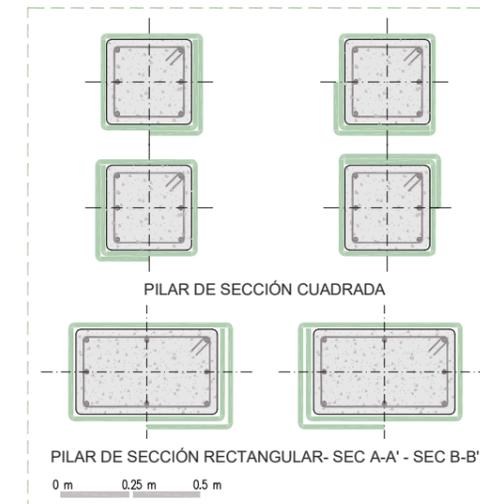
3 El refuerzo a cortante se realiza aplicando bandas de tejido sobre la superficie del elemento del que se quiere incrementar la resistencia. El refuerzo puede ser continuo, aplicando cada banda de tejido adyacente a la precedente, o discontinuo, intercalando con espacios vacíos las bandas de refuerzo. 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) Como para mampostería, el encamisado de elementos sometidos a compresión centrada o poca excentricidad permite aumentar la ductilidad del elemento y la capacidad portante. (CNR - DT 215/2018 §2.2.2.3)

4 ACABADO FINAL PROTECTOR CON GEOLITE® PARA UN ESPESOR COMPLETO COMPRENDIDO ENTRE 5-8 mm PARA EMBEBER EL REFUERZO Y RELLENAR POSIBLES HUECOS

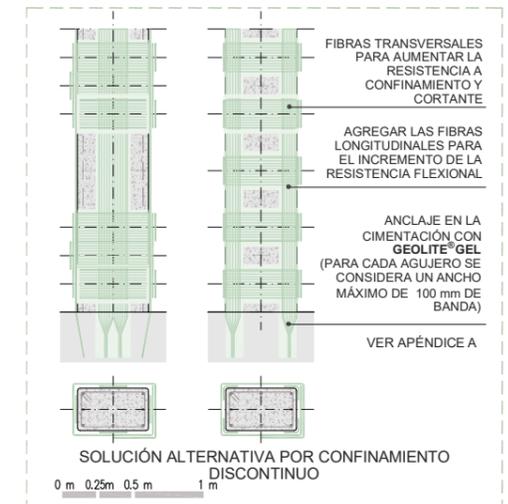
Para garantizar una mayor protección, además de la proporcionada por el geomortero, se aconseja la aplicación final de la geopintura GEOLITE® MICROSILICATO, a aplicar, también, sobre las zonas no reforzadas. Cuando el sistema de refuerzo se instale en ambientes particularmente agresivos, se recomienda la aplicación final de la pintura elastomérica KERAKOVER ACRILEX FLEX aplicable, también, sobre las zonas no reforzadas. Si las obras están en contacto permanente u ocasional con sustancias líquidas, se recomienda ponerse en contacto con el departamento técnico de Kerakoll para conocer el sistema de protección más adecuado.

5 POSTERIOR ENLUCIDO MEDIANTE RASOBUILD® ECO TOP.

DETALLES DE SOLAPE



DETALLES DE EJECUCIÓN



6 Refuerzo de pilares mediante encamisado de confinamiento con tejidos de fibra de acero galvanizado con adhesivo epoxídico



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 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 hormigón dañado mediante escarificación mecánica o hidrodemolición, teniendo la precaución de crear 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"; posible eliminación del óxido de las armaduras, que deberán limpiarse 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 Polymer (combinación de fibra de acero y adhesivo mineral epoxídico) efectuando el encamisado en anillo en torno a la sección del pilar, de ancho y paso a definir por el técnico competente. 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 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 20 cm (en caso de refuerzo a confinamiento, realizar la completa superposición en el lado corto del pilar). 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. Cuando la relación entre los lados del pilar es mayor de dos, para garantizar un mejor efecto de confinamiento, proceder con la aplicación de sistemas de conexión realizados con GEOSTEEL, en colaboración con INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL, previa perforación correcta de la estructura de hormigón armado, fijando los mismos en el interior del soporte con adhesivo mineral epoxídico 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 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; nº cordones por cm = 1,57; espesor equivalente de la banda = 0,084 mm)
- GEOSTEEL G1200 (gramaje: 1200 g/m²; nº cordones por cm = 3,14; espesor equivalente de la banda = 0,169 mm)
- GEOSTEEL G2000 (gramaje: 2000 g/m²; nº cordones por cm = 4,72; espesor equivalente de la banda = 0,254 mm)
- GEOSTEEL G3300 (gramaje: 3300 g/m²; nº 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

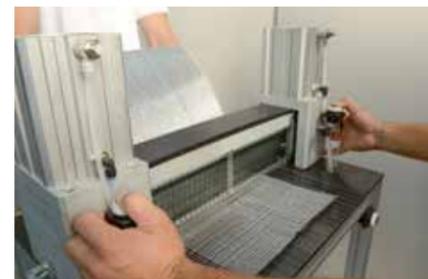
Refuerzo de pilares de hormigón armado con encamisado de confinamiento, mediante el uso del sistema compuesto por matriz orgánica SRP (Steel Reinforced Polymer), provisto de Marcado CE a través de Evaluación Técnica Europea (ETA) según el art. 26 del Reglamento UE n. 305/2011 o de certificación internacional 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; nº 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, 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 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 empresillado 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.

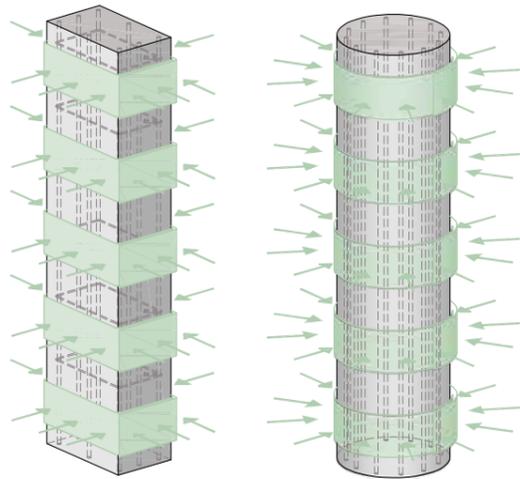
- Redondeo de las esquinas del pilar.
- Preparación de las superficies de soporte.
- Indicaciones de las zonas de tejido donde efectuar los pliegues.
- Plegado del tejido de fibra de acero GEOSTEEL.
- Aplicación de la primera mano de GEOLITE GEL.
- Instalación del tejido de fibra de acero GEOSTEEL y aplicación de la segunda mano de GEOLITE GEL.



6

REFUERZO DE PILARES MEDIANTE ENCAMISADO DE CONFINAMIENTO CON TEJIDOS DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO CON ADHESIVO EPOXÍDICO.

Geoforce one
Software



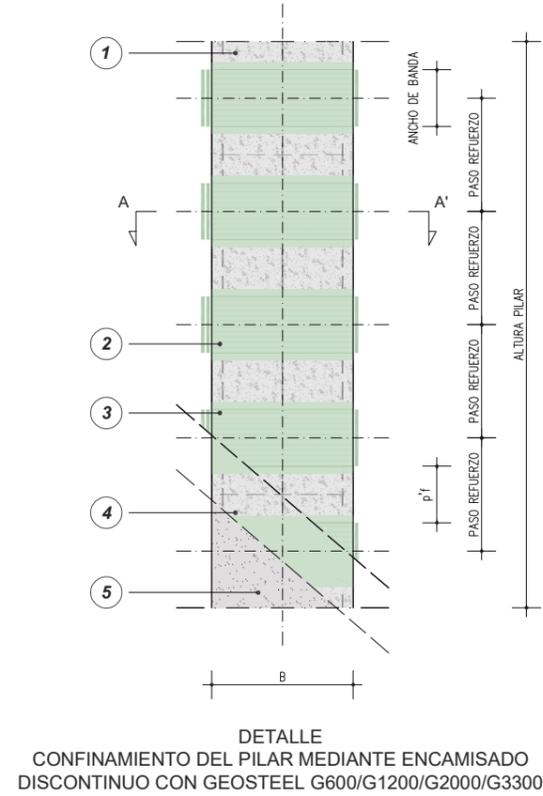
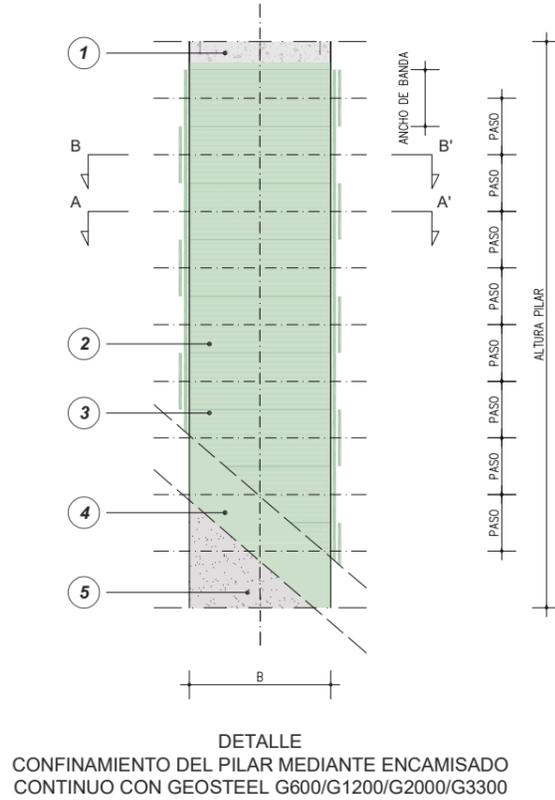
VISTA AXONOMÉTRICA
CONFINAMIENTO DE PILAR

NOTA

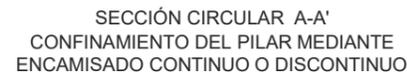
Es posible optimizar la colocación del refuerzo para aumentar la capacidad flexional así como la de confinamiento y la de cortante. En el caso del sistema de refuerzo solo a confinamiento y a cortante no es necesario prever el anclaje a las estructuras horizontales existentes.

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.

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



0 m 0.25 m 0.5 m 1 m



Se aconseja una Longitud de solape L_s igual a un mínimo de 30 cm.

0 m 0.25 m 0.5 m 1 m

CUADRO NORMATIVO

Recubrimiento y envoltura con materiales compuestos. El uso de materiales compuestos (u otros materiales resistentes a la tracción) en el refuerzo sísmico de elementos de hormigón armado tiene como objetivo lograr los siguientes objetivos: - aumento de la resistencia al cizallamiento de pilares, vigas, nodos de vigas de pilares y paredes mediante la aplicación de bandas con fibras dispuestas de acuerdo con la dirección de los soportes; aumento de la resistencia en las partes finales de las vigas y pilares mediante la aplicación de bandas con las fibras dispuestas según las indicaciones de la dirección de los objetivos. Con la finalidad 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)

En todos los casos donde el sistema de refuerzo FRCM deba ser aplicado entorno a las esquinas, éstas deberán ser correctamente redondeadas siendo el radio de curvatura de, al menos, igual a 20 mm. Tal curvatura puede no ser necesaria para tejidos de acero, también según lo declarado por el fabricante, siempre que sea constatado por pruebas de laboratorio específicas. También debe indicarse en el manual de instalación el dispositivo que debe ser utilizado para realizar los pliegues. (CNR - DT 215/2018 §6)

El confinamiento mediante FRCM de elementos de sección cuadrada o rectangular permite conseguir ligeros incrementos de la resistencia a compresión. Aplicaciones de este tipo deben, por tanto, ser atentamente proyectadas y analizadas. En ausencia de las pruebas experimentales adecuadas, que prueben su eficacia, no se considera el efecto del confinamiento externo sobre secciones rectangulares para las cuales $b/h > 2$ siendo b la dimensión mayor y h la dimensión menor de la sección. Antes de la aplicación del sistema FRCM es adecuado realizar el redondeo de las aristas de la sección, con el fin de evitar concentraciones de tensiones localizadas en correspondencia de las mismas, que pudieran provocar una rotura prematura del sistema. El radio de curvatura de la arista debe cumplir la siguiente limitación: $r_c \geq 20mm$. En el caso de confinamiento de columnas mediante tejido de acero, tal prescripción sobre el radio de curvatura puede desatenderse, como se indica en el § 6. (CNR - DT 215/2018 § 4.4.2)

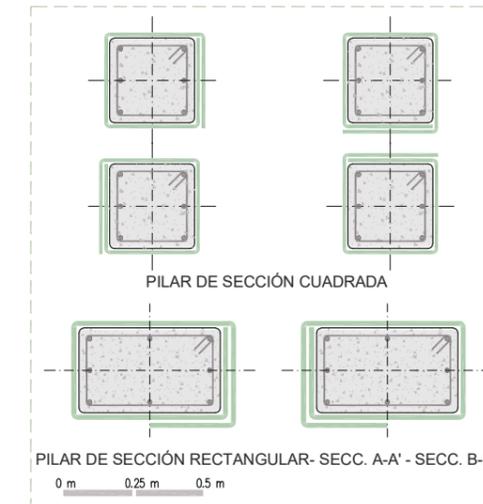
Debe asegurarse una longitud de anclaje adecuada, en el lado de mayor longitud de la sección en la que el refuerzo FRCM se instale. A falta de investigaciones más precisas, esta debe ser de al menos 300 mm. [...] En presencia de más capas de refuerzo, las uniones deben escalonarse. Se aconseja desfases inferiores a la mitad del espesor del elemento reforzado, con un mínimo de 300 mm. (CNR - DT 215/2018 § 6)

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

PREPARACIÓN DEL SOPORTE: ELIMINACIÓN EN PROFUNDIDAD DEL HORMIGÓN DAÑADO (RUGOSIDAD DE AL MENOS 0,5 mm). ELIMINACIÓN DEL ÓXIDO DE LA ARMADURA. LIMPIEZA DEL SOPORTE DE RESIDUOS DE POLVO, GRASA, ACEITES Y OTRAS SUSTANCIAS CONTAMINANTES. RECONSTRUCCIÓN MONOLÍTICA O ACABADO DE LA SECCIÓN CON GEOLITE® TENIENDO PRECAUCIÓN DE GARANTIZAR LA RUGOSIDAD SUFICIENTE DE AL MENOS 0,5 mm.

- 1 Después de haber comprobado la calidad del soporte y realizado, si fuera necesario, la reparación del hormigón dañado y el tratamiento de las armaduras metálicas, puede ser oportuno recurrir a un chorreado de arena adicional sobre la superficie involucrada en el refuerzo. [...] En el caso de 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)*
- 2 EXTENDER SOBRE EL SOPORTE UN ESPESOR MEDIO DE 2-3 mm DE GEOLITE® GEL, PARA INSTALAR Y EMBEBER EL TEJIDO DE REFUERZO
- 3 TEJIDO GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300 DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO COLOCADO EN BANDAS PARALELAS Y/O PERPENDICULARES AL EJE DEL ELEMENTO
- 3 Para obtener un confinamiento eficaz es de buena norma disponer las fibras del compuesto en dirección perpendicular al eje del elemento. En el caso de distribución helicoidal, la eficacia del confinamiento debe evaluarse (CNR - DT 200 R1/2013 § 4.5.2)
- 3 En el caso de encamisado discontinuo es oportuno que la distancia neta entre las bandas respete la limitación $p'f \leq d_{min} / 2$ (CNR - DT 200 R1/2013 § 4.5.2.1)
- 4 ACABADO FINAL PROTECTOR CON GEOLITE® GEL PARA UN ESPESOR COMPRENDIDO 3-4 mm PARA EMBEBER EL REFUERZO Y RELLENAR POSIBLES HUECOS. EN PRESENCIA DE AMBIENTES PARTICULARMENTE AGRESIVOS O PARA UNA MAYOR PROTECCIÓN, SE RECOMIENDA LA APLICACIÓN DE KERAKOVER ACRILEX FLEX
- 4 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
- 5

DETALLE DE SOLAPE



DETALLE DE EJECUCIÓN



7A

Refuerzo de nudos viga-pilar de fachada 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 hormigón dañado mediante escarificación mecánica o hidrodemolición, teniendo la precaución de crear 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"; posible eliminación del óxido de las armaduras, que deberán limpiarse 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 el encamisado conformado de modo que satisfaga la exigencias geométricas y prestacionales del elemento objeto de la intervención, envolviendo de forma adecuada la superficie de los nudos, 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 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. 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 de nudos viga-pilar 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 (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 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 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. 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 efectivamente puesto en obra, incluidos los empalmes y las zonas de anclaje.

1 _____

Comprobación de la correcta disposición de las bandas de refuerzo.



2 _____

Aplicación de banda vertical de tejido de fibra de acero GEOSTEEL.



3 _____

Aplicación de banda horizontal de tejido de fibra de acero GEOSTEEL.



4 _____

Aplicación de banda de tejido de fibra de acero galvanizado GEOSTEEL para el encamisado de las vigas.



5 _____

Aplicación de banda de tejido de fibra de acero galvanizado GEOSTEEL para el encamisado del pilar.



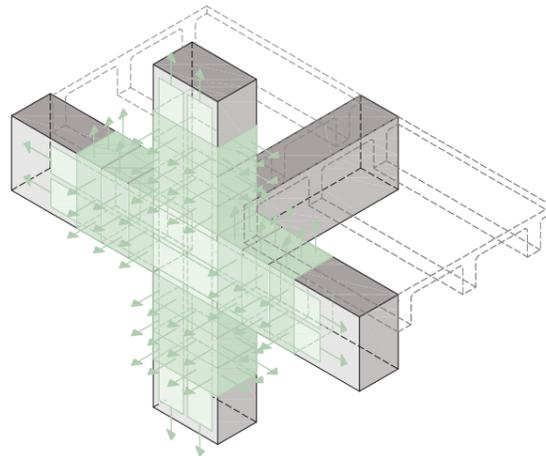
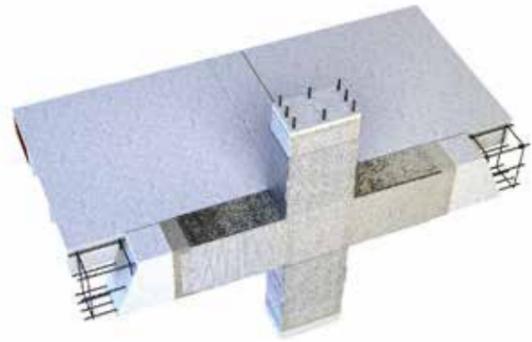
6 _____

Embebido del tejido de fibra de acero GEOSTEEL en la capa de matriz.



7A

REFUERZO DE NUDOS VIGA-PILAR DE FACHADA MEDIANTE ENCAMISADO CON TEJIDOS DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO CON GEOMORTERO MINERAL ESTRUCTURAL TIXOTRÓPRICO

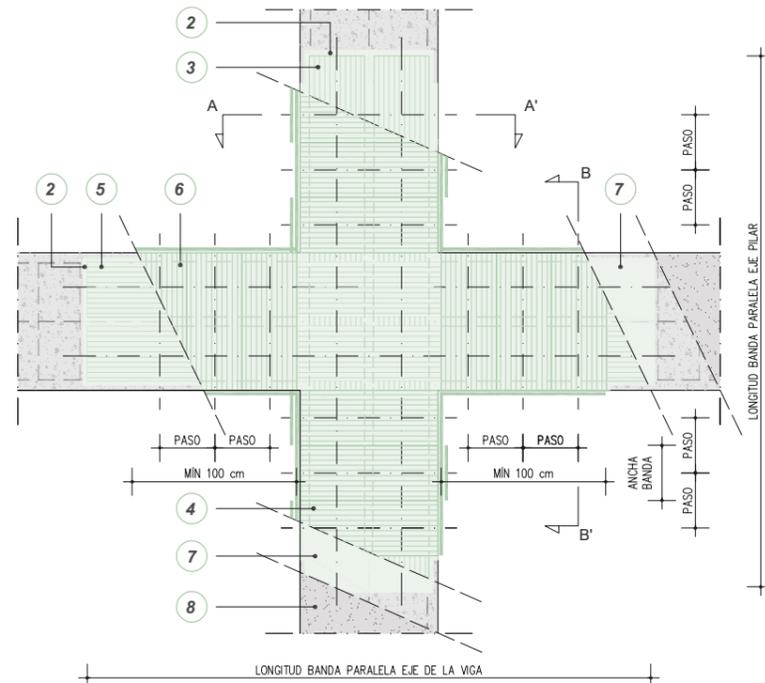


VISTA AXONOMÉTRICA REFUERZO DE NUDO DE FACHADA

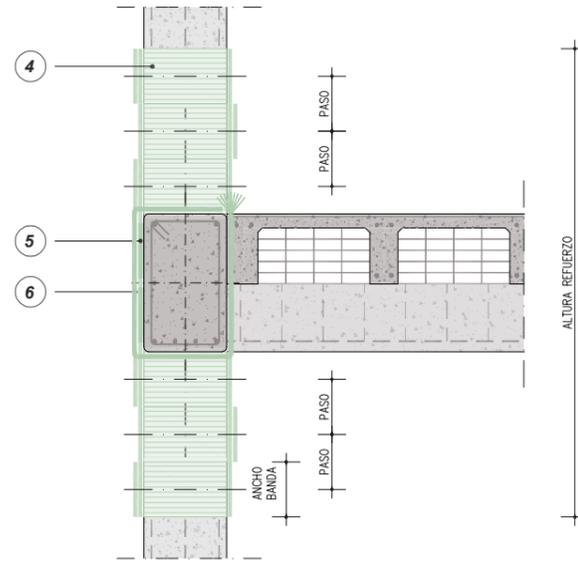
NOTA

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.

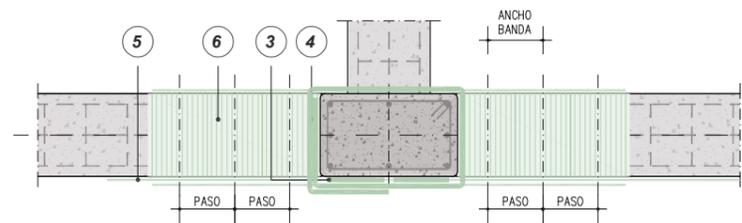
POWERED BY **kerakoll** ENGINEERED BY **ASDEA**



DETALLE REFUERZO DEL NUDO VIGA-PILAR DE FACHADA MEDIANTE GEOSTEEL G600/G1200



SECCIÓN B - B' REFUERZO DEL NUDO VIGA-PILAR DE FACHADA MEDIANTE GEOSTEEL G600/G1200

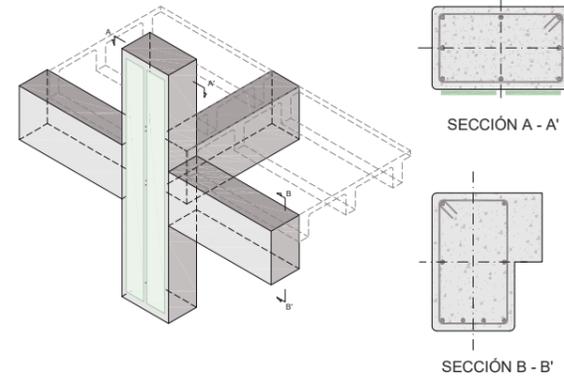


SECCIÓN A - A' REFUERZO DEL NUDO VIGA-PILAR DE FACHADA MEDIANTE GEOSTEEL G600/G1200

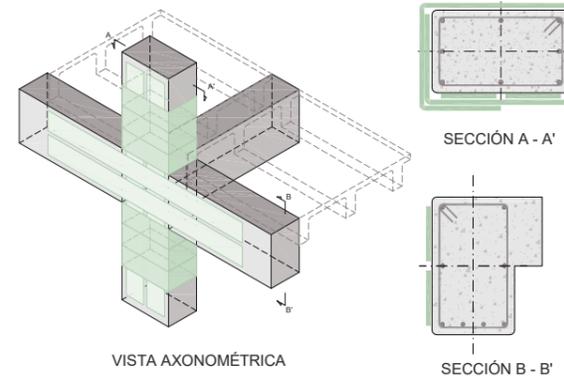
0 m 0.25 m 0.5 m 1 m

REFUERZO DE NUDOS DE FACHADA

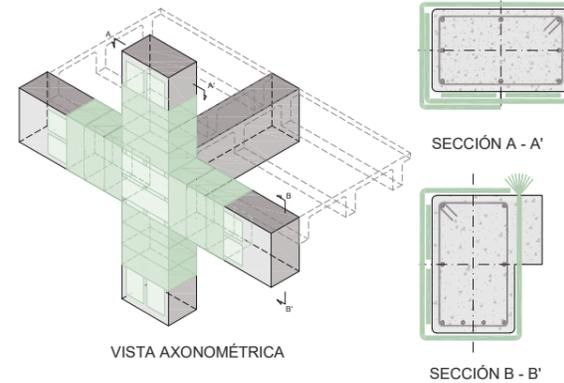
FASE I: REFUERZO A FLEXIÓN DEL PILAR



FASE II: REFUERZO LONGITUDINAL DE LA VIGA Y CONFINAMIENTO DEL PILAR



FASE III: REFUERZO A CORTANTE DE LA VIGA



0 m 0.25 m 0.5 m 1 m

CUADRO NORMATIVO

Encamisado 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 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)

[...] Con el objetivo de garantizar un buen comportamiento del conjunto del sistema nudo-viga-pilar, y garantizar un incremento significativo de la ductilidad del sistema, y por lo tanto la estructura en su conjunto, las actuaciones propuestas consiguen también un incremento de la resistencia a cortante de las vigas y de los pilares en sus partes terminales convergentes en el nudo y un confinamiento de las extremidades de pilares, donde se concentran los máximos requerimientos de ductilidad a flexocompresión. (Linee guida per riparazione e rafforzamento di elementi strutturali, tamponature e partizioni § 3.1.- DPC, ReLUIS)

* 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 PUEDAN COMPROMETER LA ADHESIÓN DEL SISTEMA, MEDIANTE AIRE A PRESIÓN O HIDROLIMPIADORA. EN CASO DE SOPORTES EVIDENTEMENTE DEGRADADOS, SIN PLANEIDAD O DAÑADOS POR EVENTOS GRAVES: ELIMINACIÓN EN PROFUNDIDAD DEL HORMIGÓN DAÑADO (RUGOSIDAD DE AL MENOS 5 mm). ELIMINACIÓN DEL ÓXIDO DE LA ARMADURA, LIMPIEZA DEL SOPORTE DE RESIDUOS DE POLVO, GRASA, ACEITES Y OTRAS SUSTANCIAS CONTAMINANTES. RECONSTRUCCIÓN MONOLÍTICA O ACABADO DE LA SECCIÓN CON **GEOLITE®** TENIENDO PRECAUCIÓN DE GARANTIZAR LA RUGOSIDAD SUFICIENTE DE AL MENOS 5 mm. Y REDONDEO DE LAS ARISTAS CON UN RADIO DE CURVATURA MÍNIMO DE 20 mm

1 APLICACIÓN DE 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.

2 PRIMERA CAPA DE TEJIDO DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO **GEOSTEEL G600** O **GEOSTEEL G1200** COLOCADO EN BANDAS PARALELAS AL EJE DEL PILAR CUBIERTAS POR UNA SEGUNDA CAPA DE **GEOLITE®** (ESPESOR MEDIO 3-5 mm) APLICADO FRESCO SOBRE FRESCO

3 SEGUNDA CAPA DE TEJIDO DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO **GEOSTEEL G600** O **GEOSTEEL G1200** COLOCADO EN BANDAS PERPENDICULARES AL EJE DEL PILAR (CONFINAMIENTO DEL PILAR) CUBIERTAS POR UNA SEGUNDA CAPA DE **GEOLITE®** (ESPESOR MEDIO 3-5 mm) APLICADO FRESCO SOBRE FRESCO

4 TERCERA CAPA DE TEJIDO DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO **GEOSTEEL G600** O **GEOSTEEL G1200** COLOCADO EN BANDAS PARALELAS AL EJE DE LA VIGA CUBIERTAS POR UNA SEGUNDA CAPA DE **GEOLITE®** (ESPESOR MEDIO 3-5 mm) APLICADO FRESCO SOBRE FRESCO

5 CUARTA CAPA DE TEJIDO DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO **GEOSTEEL G600** O **GEOSTEEL G1200** COLOCADO EN BANDAS PERPENDICULARES AL EJE DE LA VIGA (REFUERZO A CORTANTE) PONIENDO ATENCIÓN A LA POSIBLE PRESENCIA DE FORJADO, CUBIERTAS POR UNA SEGUNDA CAPA DE **GEOLITE®** (ESPESOR MEDIO 3-5 mm) APLICADO FRESCO SOBRE FRESCO

6 ACABADO FINAL PROTECTOR CON **GEOLITE®** PARA UN ESPESOR MEDIO DE 3-5 mm CON EL FIN DE EMBEBER TOTALMENTE EL REFUERZO Y RELLENAR LOS POSIBLES HUECOS ACTUANDO FRESCO SOBRE FRESCO

7 Con indiferencia del sistema de refuerzo que venga instalado en ambientes agresivos, o en aquellos que se quiera 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 ACRILEX FLEX**, aplicable también, sobre las zonas no reforzadas. Si los trabajos están en contacto permanente o ocasional con sustancias líquidas, se aconseja contactar con el Departamento Técnico de Kerakoll para disponer de el sistema de protección mas adecuado.

8 POSIBLE ACABADO O ENFOSCADO CON **RASOBUILD® ECO TOP**

7B Refuerzo de nudos viga-pilar de fachada mediante encamisado con tejidos de fibra de acero galvanizado con adhesivo epoxídico



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 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 hormigón dañado mediante escarificación mecánica o hidrodemolición, teniendo la precaución de crear 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"; posible eliminación del óxido de las armaduras, que deberán limpiarse 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 Polymer (combinación con fibra de acero y adhesivo mineral epoxídico) efectuando el encamisado conformado de modo que satisfaga la exigencias geométricas y prestacionales del elemento objeto de la intervención, envolviendo de forma adecuada la superficie de los nudos, 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 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. 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.
- 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 de nudos viga-pilar 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; posible 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.

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 efectivamente puesto en obra, incluidos los empalmes y las zonas de anclaje.

1

Comprobación de la correcta disposición de las bandas de refuerzo.



2

Aplicación de banda vertical de tejido de fibra de acero GEOSTEEL.



3

Aplicación de banda horizontal de tejido de fibra de acero GEOSTEEL.



4

Aplicación de banda de tejido de fibra de acero galvanizado GEOSTEEL para el encamisado de las vigas.



5

Aplicación de banda de tejido de fibra de acero galvanizado GEOSTEEL para el encamisado del pilar.



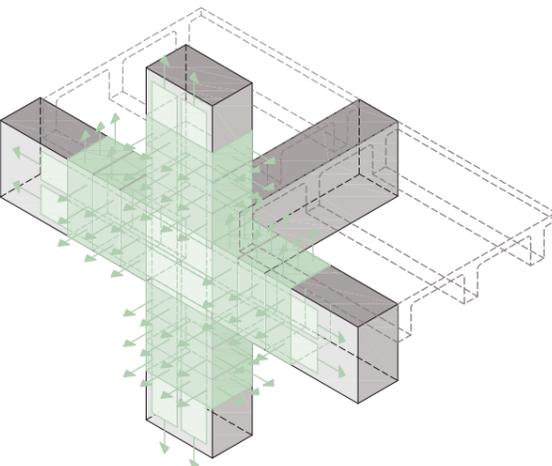
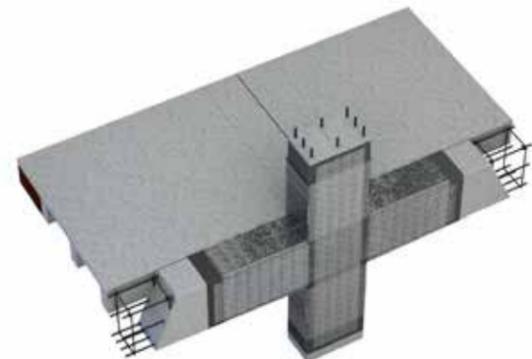
6

Instalación de la banda en el espesor milimétrico.



7B

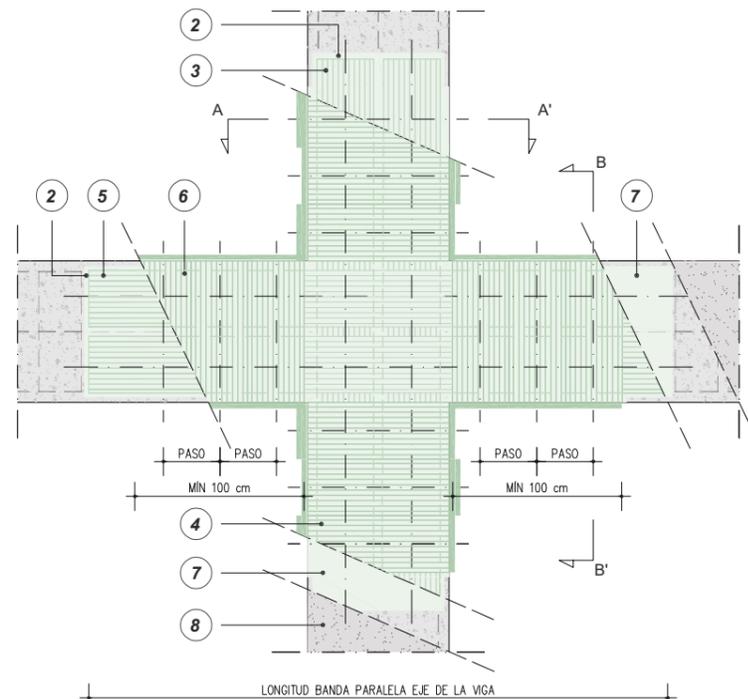
REFUERZO DE NUDOS VIGA-PILAR DE FACHADA MEDIANTE ENCAMISADO CON TEJIDOS DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO CON ADHESIVO EPOXÍDICO



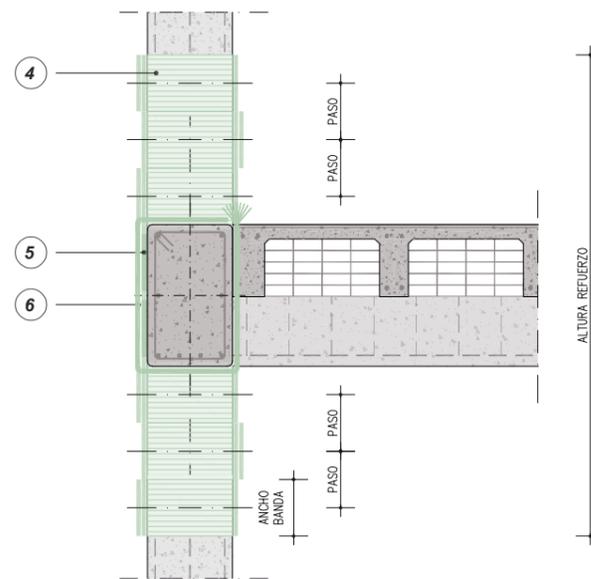
VISTA AXONOMÉTRICA
REFUERZO DE NUDO DE FACHADA CENTRAL

NOTE

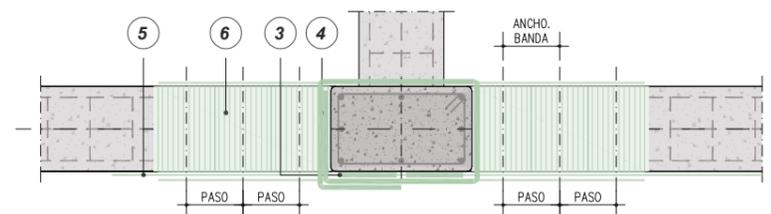
La normativa CNR-DT 200 R1/2013, en el párrafo 4.8.1.1, remarca que la resistencia media en compresión del hormigón no debe ser inferior a 15 N/mm² en el caso de refuerzo por adherencia.



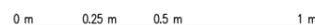
DETALLE
REFUERZO DEL NUDO VIGA-PILAR DE FACHADA
MEDIANTE GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300



SECCIÓN B-B'
REFUERZO DEL NUDO VIGA-PILAR DE FACHADA
MEDIANTE GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300

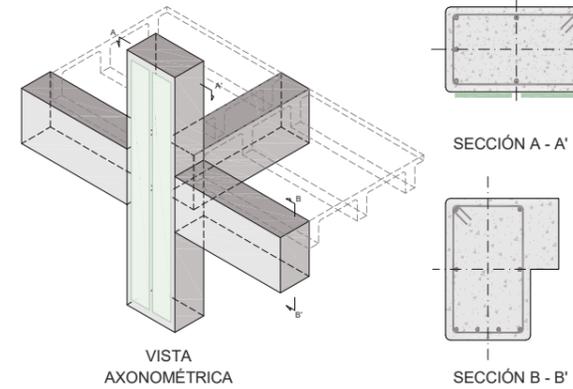


SECCIÓN A-A'
REFUERZO DEL NUDO VIGA-PILAR DE FACHADA
MEDIANTE GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300

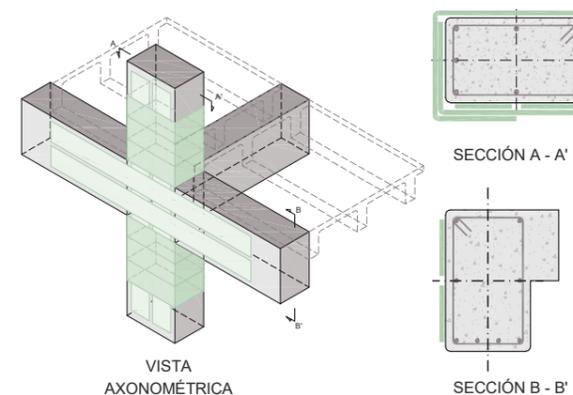


REFUERZO DE NUDO DE FACHADA

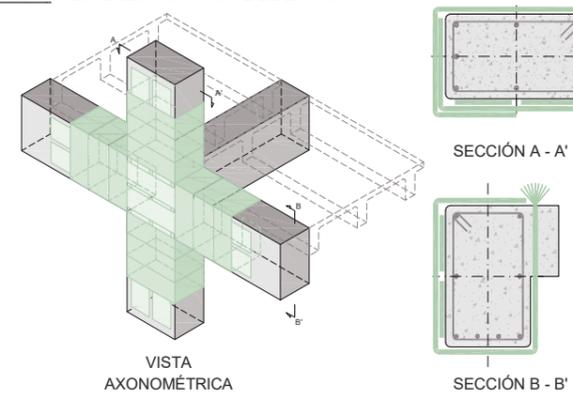
FASE I: REFUERZO A FLEXIÓN DEL PILAR



FASE II: REFUERZO LOGITUDINAL DE LA VIGA Y CONFINAMIENTO DEL PILAR



FASE III: REFUERZO A CORTANTE DE LA VIGA



CUADRO NORMATIVO

Encamisado 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 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)

[...] Con el objetivo de garantizar un buen comportamiento del conjunto del sistema nudo-viga-pilar, y garantizar un incremento significativo de la ductilidad del sistema, y por lo tanto la estructura en su conjunto, las actuaciones propuestas consiguen también un incremento de la resistencia a cortante de las vigas y de los pilares en sus partes terminales convergentes en el nudo y un confinamiento de las extremidades de pilares, donde se concentran los máximos requerimientos de ductilidad a flexocompresión. (Linee guida per riparazione e rafforzamento di elementi strutturali, tamponature e partizioni § 3.1.- DPC, ReLUIS)

PREPARACIÓN DEL SOPORTE: EN CASO DE SOPORTES NO DEGRADADOS, GENERAR RUGOSIDAD EN LA SUPERFICIE, LIMPIAR Y ELIMINAR EL POLVO Y ACEITES QUE PUEDAN COMPROMETER LA ADHESIÓN DEL SISTEMA, MEDIANTE AIRE A PRESIÓN O HIDROLIMPIADORA. EN CASO DE SOPORTES EVIDENTEMENTE DEGRADADOS, SIN PLANEIDAD O DAÑADOS POR EVENTOS GRAVES: ELIMINACIÓN EN PROFUNDIDAD DEL HORMIGÓN DAÑADO MEDIANTE ESCARIFICACIÓN MECÁNICA O HIDRODEMOLICIÓN, TENIENDO PRECAUCIÓN DE GENERAR RUGOSIDAD EN EL SOPORTE DE AL MENOS 5 mm, ELIMINACIÓN DEL ÓXIDO DE LA ARMADURA MEDIANTE CEPILLADO (MANUAL O MECÁNICO) O CHORREO DE ARENA; RECONSTRUCCIÓN MONOLÍTICA O ALISADO DE LA SECCIÓN CON GEOLITE®, ANTES DE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA DE REFUERZO PREVER LA PREPARACIÓN DEL SOPORTE GENERANDO UNA RUGOSIDAD DE AL MENOS 0,5 mm. Y REDONDEO DE LAS ARISTAS CON UN RADIO DE CURVATURA MÍNIMO DE 20 mm

1 Después de haber comprobado la calidad del soporte y realizado, si fuera necesario, la reparación del hormigón dañado y el tratamiento de las armaduras metálicas, puede ser oportuno recurrir a un chorreo de arena adicional sobre la superficie involucrada en el refuerzo.
[...] En el caso de 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)

2 APLICACIÓN, DESPUÉS DE LA MADURACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS PRECEDENTES DE UNA PRIMERA MANO DEL ADHESIVO MINERAL EPOXIDICO 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 COLOCACIÓN DE LAS POSTERIORES CAPAS DE TEJIDO SOBRE LA MATRIZ AÚN FRESCA

3 PRIMERA CAPA DE TEJIDO DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300 COLOCADO EN BANDAS PARALELAS AL EJE DEL PILAR CUBIERTAS POR UNA SEGUNDA CAPA DE GEOLITE® GEL (ESPESOR MEDIO 2-3 mm) APLICADO FRESCO SOBRE FRESCO

4 SEGUNDA CAPA DE TEJIDO DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300 COLOCADO EN BANDAS PERPENDICULARES AL EJE DEL PILAR (CONFINAMIENTO DEL PILAR) CUBIERTAS POR UN SEGUNDA CAPA DE GEOLITE® GEL (ESPESOR MEDIO 2-3 mm) APLICADA FRESCO SOBRE FRESCO

5 TERCERA CAPA DE TEJIDO DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300 COLOCADO EN BANDAS PARALELAS AL EJE DE LA VIGA CUBIERTAS POR UNA SEGUNDA CAPA DE GEOLITE® GEL (ESPESOR MEDIO 2-3 mm) APLICADO FRESCO SOBRE FRESCO

6 CUARTA CAPA DE TEJIDO DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300 COLOCADO EN BANDAS PERPENDICULARES AL EJE DE LA VIGA (REFUERZO A CORTANTE) PRESTANDO ATENCIÓN A LA POSIBLE PRESENCIA DE FORJADO, CUBIERTAS POR UNA SEGUNDA CAPA DE GEOLITE® GEL (ESPESOR MEDIO 2-3 mm) APLICADO FRESCO SOBRE FRESCO

7 ACABADO FINAL PROTECTOR CON GEOLITE® GEL PARA UN ESPESOR MEDIO DE 2-3 mm PARA RECUBRIR, EMBEBER EL TEJIDO DE ACERO Y RELLENAR LOS POSIBLES HUECOS, ACTUANDO FRESCO SOBRE FRESCO

8 Cuando el sistema de refuerzo se instale en ambientes particularmente agresivos, o se quiera garantizar una mayor protección además de la proporcionada por la matriz, se recomienda la aplicación final de la pintura elastomérica KERAKOVER 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.

ANTES DE LA POSIBLE REALIZACIÓN DEL ENFOSCADO SE SUGIERE REALIZAR EL ACABADO CON O RASOBUILD ECO TOP TENIENDO LA PRECAUCIÓN DE EFECTUAR UN ESPOLVOREO CON QUARZO 5.12 O ARENA SECA DE LA GRANULOMETRÍA CORRECTA SOBRE EL SISTEMA EPOXÍDICO AÚN FRESCO

8A

Refuerzo de nudos viga-pilar de esquina 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 hormigón dañado mediante escarificación mecánica o hidrodemolición, teniendo la precaución de crear 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"; posible eliminación del óxido de las armaduras, que deberán limpiarse 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 el encamisado conformado de modo que satisfaga la exigencias geométricas y prestacionales del elemento objeto de la intervención, envolviendo de forma adecuada la superficie de los nudos, 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 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. 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 de nudos viga-pilar 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 (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 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 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. 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 efectivamente puesto en obra, incluidos los empalmes y las zonas de anclaje.

1

Comprobación de la correcta disposición de las bandas de refuerzo.



2

Aplicación de banda vertical de tejido de fibra de acero GEOSTEEL.



3

Aplicación de banda horizontal de tejido de fibra de acero GEOSTEEL.



4

Aplicación de banda de tejido de fibra de acero galvanizado GEOSTEEL para el encamisado de las vigas.



5

Aplicación de banda de tejido de fibra de acero galvanizado GEOSTEEL para el encamisado del pilar.



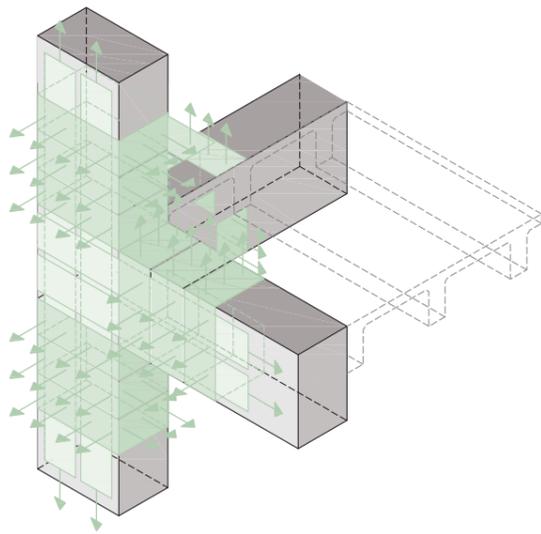
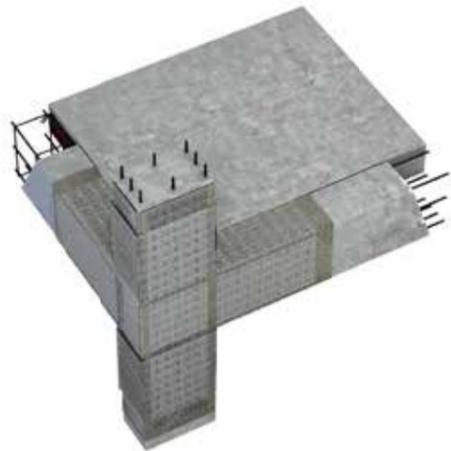
6

Embebido del tejido de fibra de acero GEOSTEEL en la capa de matriz.



8A

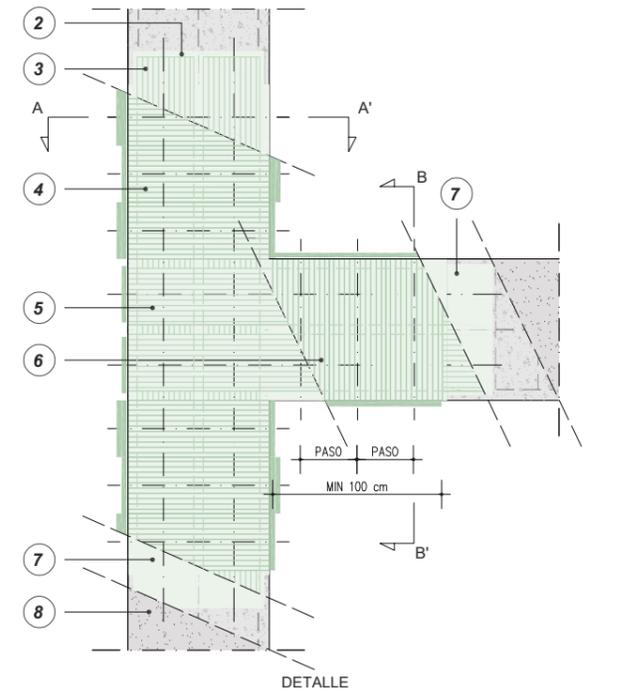
REFUERZO DE NUDOS VIGA-PILAR DE ESQUINA MEDIANTE ENCAMISADO CON TEJIDOS DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO CON GEOMORTERO MINERAL ESTRUCTURAL TIXOTRÓPICO



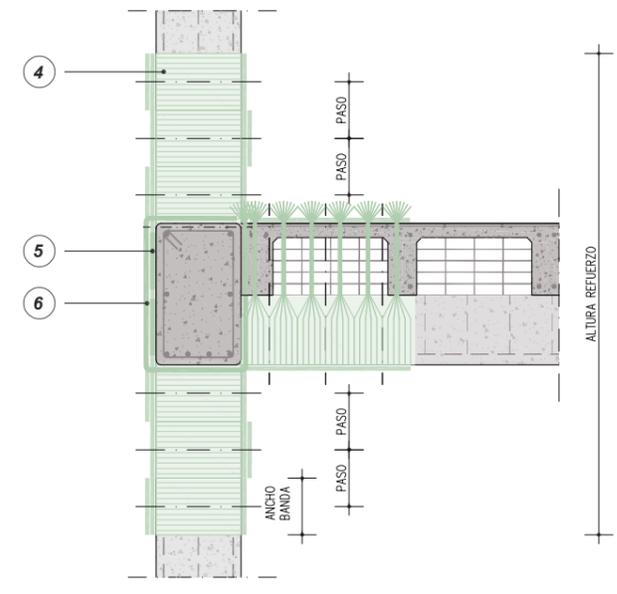
VISTA AXONOMÉTRICA
REFUERZO DE NUDO ESQUINERO

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.

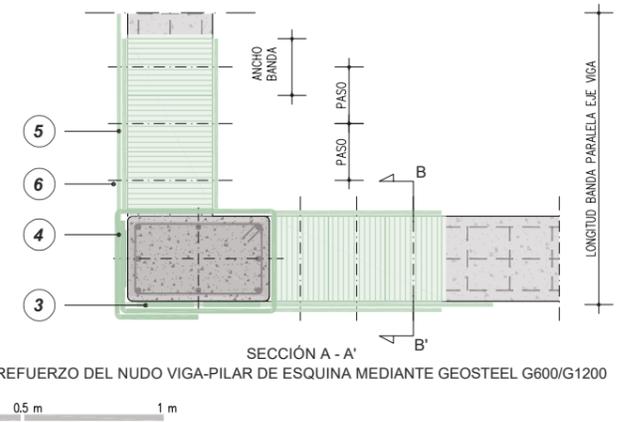
POWERED BY **kerakoll** ENGINEERED BY **ASDEA**



REFUERZO DEL NUDO VIGA-PILAR DE ESQUINA MEDIANTE GEOSTEEL G600/G1200



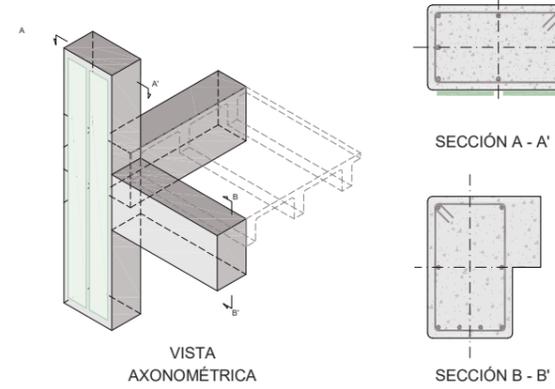
REFUERZO DEL NUDO VIGA-PILAR DE ESQUINA MEDIANTE GEOSTEEL G600/G1200



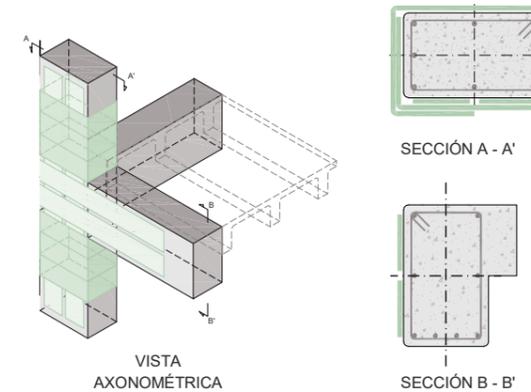
REFUERZO DEL NUDO VIGA-PILAR DE ESQUINA MEDIANTE GEOSTEEL G600/G1200

REFUERZO DE MURO DE ESQUINA

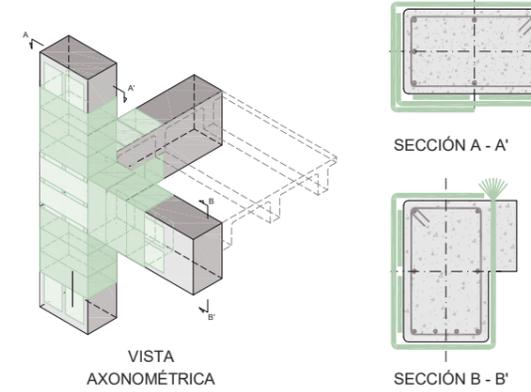
FASE I: REFUERZO A FLEXIÓN DEL PILAR



FASE II: REFUERZO LONGITUDINAL DE LA VIGA Y CONFINAMIENTO DEL PILAR



FASE III: REFUERZO A CORTANTE DE LA VIGA



CUADRO NORMATIVO

Encamisado 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 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)

[...] Con el objetivo de garantizar un buen comportamiento del conjunto del sistema nudo-viga-pilar, y garantizar un incremento significativo de la ductilidad del sistema, y por lo tanto la estructura en su conjunto, las actuaciones propuestas consiguen también un incremento de la resistencia a cortante de las vigas y de los pilares en sus partes terminales convergentes en el nudo y un confinamiento de las extremidades de pilares, donde se concentran los máximos requerimientos de ductilidad a flexocompresión. (Linee guida per riparazione e rafforzamento di elementi strutturali, tamponature e partizioni § 3.1.- DPC, ReLUIS)

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

EN CASO DE SOPORTES NO DEGRADADOS, GENERAR RUGOSIDAD EN LA SUPERFICIE, LIMPIAR Y ELIMINAR EL POLVO Y ACEITES QUE PUEDAN COMPROMETER LA ADHESIÓN DEL SISTEMA, MEDIANTE AIRE A PRESIÓN O HIDROLIMPIADORA. EN CASO DE SOPORTES EVIDENTEMENTE DEGRADADOS, SIN PLANEIDAD O DAÑADOS POR EVENTOS GRAVES: ELIMINACIÓN EN PROFUNDIDAD DEL HORMIGÓN DAÑADO (RUGOSIDAD DE AL MENOS 5 mm). ELIMINACIÓN DEL ÓXIDO DE LA ARMADURA. LIMPIEZA DEL SOPORTE DE RESIDUOS DE POLVO, GRASA, ACEITES Y OTRAS SUSTANCIAS CONTAMINANTES. RECONSTRUCCIÓN MONOLÍTICA O ACABADO DE LA SECCIÓN CON **GEOLITE®** TENIENDO PRECAUCIÓN DE GARANTIZAR LA RUGOSIDAD SUFICIENTE DE AL MENOS 5 mm. Y REDONDEO DE LAS ARISTAS CON UN RADIO DE CURVATURA MÍNIMO DE 20 mm

1 APLICACIÓN DE UNA PRIMERA MANO DE **GEOLITE®**, GARANTIZANDO SOBRE EL SOPORTE UNA CANTIDAD DE MATERIAL SUFICIENTE (ESPESOR MEDIO 3-5 mm) PARA REGULARIZARLO, INSTALAR Y EMBEBER EL TEJIDO DE REFUERZO.

2 PRIMERA CAPA DE TEJIDO DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO **GEOSTEEL G600/G1200** COLOCADO EN BANDAS PARALELAS AL EJE DEL PILAR PROTEGIDO POR UNA SEGUNDA CAPA DE **GEOLITE® GEL** (ESPESOR MEDIO 2-3 mm) APLICADO FRESCO SOBRE FRESCO

3 SEGUNDA CAPA DE TEJIDO DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO **GEOSTEEL G600** O **GEOSTEEL G1200** COLOCADO EN BANDAS PERPENDICULARES AL EJE DEL PILAR (CONFINAMIENTO DEL PILAR) PROTEGIDO POR UNA SEGUNDA CAPA DE **GEOLITE®** (ESPESOR MEDIO 3-5 mm) APLICADO FRESCO SOBRE FRESCO

4 TERCERA CAPA DE TEJIDO DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO **GEOSTEEL G600** O **GEOSTEEL G1200** COLOCADO EN BANDAS PARALELAS AL EJE DE LA VIGA PROTEGIDO POR UNA SEGUNDA CAPA DE **GEOLITE®** (ESPESOR MEDIO 3-5 mm) APLICADO FRESCO SOBRE FRESCO

5 CUARTA CAPA DE TEJIDO DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO **GEOSTEEL G600** O **GEOSTEEL G1200** COLOCADO EN BANDAS PERPENDICULARES AL EJE DE LA VIGA (REFUERZO A CORTANTE) PONIENDO ATENCIÓN A LA POSIBLE PRESENCIA DE FORJADO, PROTEGIDO POR UNA SEGUNDA CAPA DE **GEOLITE®** (ESPESOR MEDIO 3-5 mm) APLICADO FRESCO SOBRE FRESCO

6 ACABADO FINAL PROTECTOR CON **GEOLITE®** PARA UN ESPESOR MEDIO DE 3-5 mm CON EL FIN DE EMBEBER TOTALMENTE EL REFUERZO Y RELLENAR LOS POSIBLES HUECOS ACTUANDO 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 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.

8 POSIBLE ACABADO O ENFOSCADO CON **RASOBUILD ECO® TOP**

8B

Refuerzo de nudo viga-pilar en esquina mediante encamisado con tejidos de fibra de acero galvanizado con adhesivo epoxídico



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 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", posible eliminación del óxido de las armaduras, que deberán limpiarse 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 Polymer (combinación de fibra de acero y adhesivo mineral epoxídico) efectuando el encamisado conformado de modo que satisfaga las exigencias geométricas y prestacionales del elemento objeto de la intervención, envolviendo de forma adecuada la superficie de los nudos, con la aplicación de una primera mano de 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 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. 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.
- 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 de nudos viga-pilar 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; posible 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.

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 efectivamente puesto en obra, incluidos los empalmes y las zonas de anclaje.

1

Comprobación de la correcta disposición de las bandas de refuerzo.



2

Aplicación de banda vertical de tejido de fibra de acero GEOSTEEL.



3

Aplicación de banda horizontal de tejido de fibra de acero GEOSTEEL.



4

Aplicación de banda de tejido de fibra de acero galvanizado GEOSTEEL para el encamisado de las vigas.



5

Aplicación de banda de tejido de fibra de acero galvanizado GEOSTEEL para el encamisado del pilar.



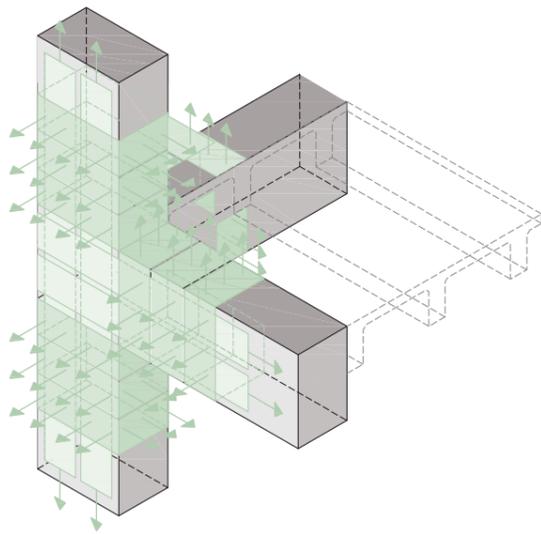
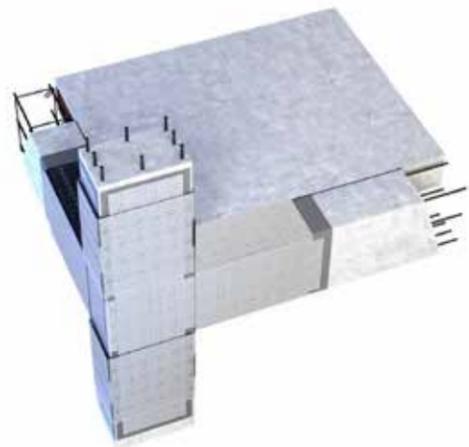
6

Instalación de la banda en el espesor milimétrico.



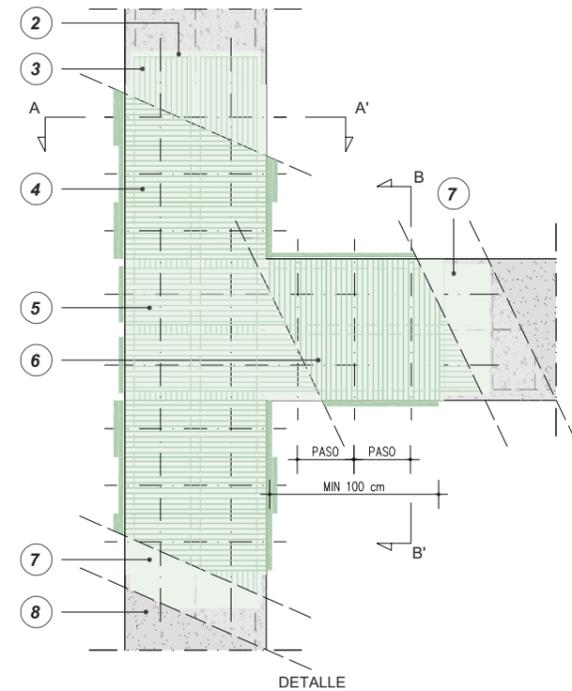
8B

REFUERZO DE NUDO VIGA-PILAR EN ESQUINA MEDIANTE ENCAMISADO CON TEJIDOS DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO CON ADHESIVO EPOXÍDICO

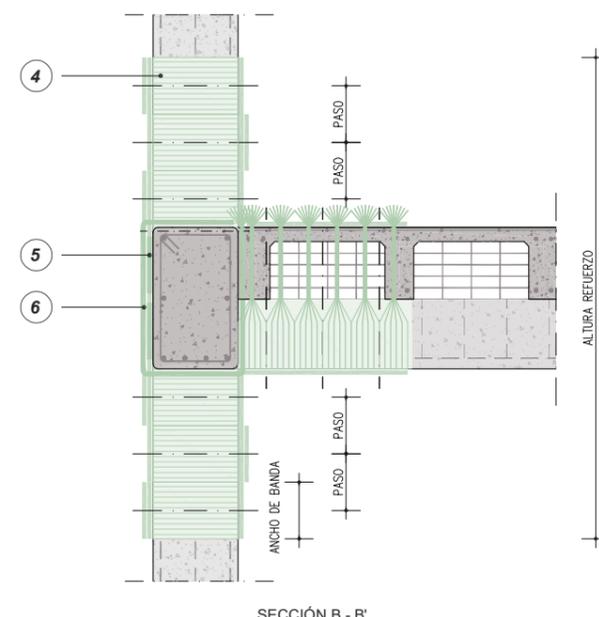


VISTA AXONOMÉTRICA
REFUERZO DE NUDO DE ESQUINA

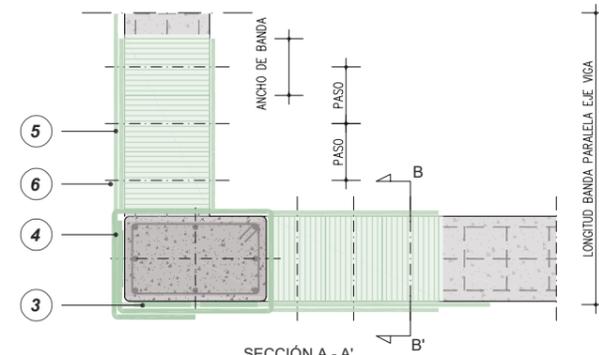
NOTA
La normativa CNR-DT 200 R1/2013, en el párrafo 4.8.1.1, remarca que la resistencia media en compresión del hormigón no debe ser inferior a 15 N/mm² en el caso de refuerzo por adherencia.



REFUERZO DEL NUDO VIGA-PILAR DE ESQUINA MEDIANTE GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300



REFUERZO DEL NUDO VIGA-PILAR DE ESQUINA MEDIANTE GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300

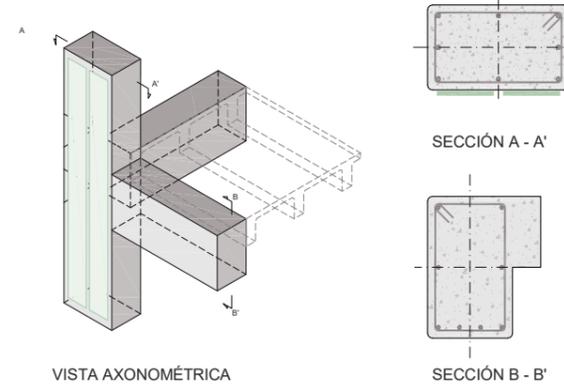


REFUERZO DEL NUDO VIGA-PILAR DE ESQUINA MEDIANTE GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300

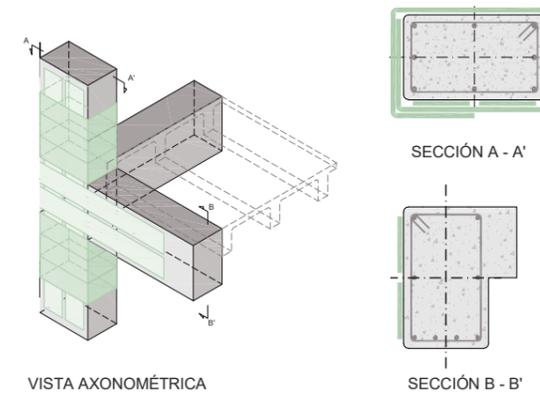
0 m 0.25 m 0.5 m 1 m

REFUERZO DE NUDO DE ESQUINA

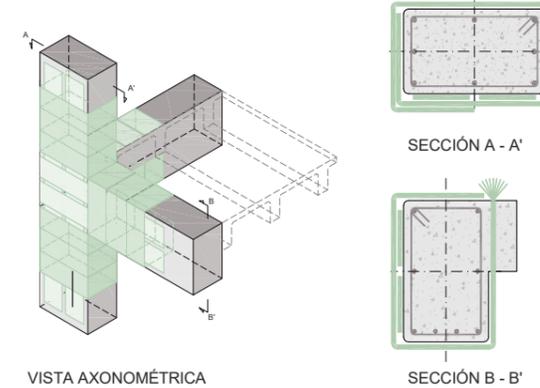
FASE I: RREFUERZO A FLEXIÓN DEL PILAR



FASE II: REFUERZO LONGITUDINAL DE LA VIGA Y CONFINAMIENTO DEL PILAR



FASE III: REFUERZO A CORTANTE DE LA VIGA



0 m 0.25 m 0.5 m 1 m

CUADRO NORMATIVO

Encamisado 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 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)

[...] Con el objetivo de garantizar un buen comportamiento del conjunto del sistema nudo-viga-pilar, y garantizar un incremento significativo de la ductilidad del sistema, y por lo tanto la estructura en su conjunto, las actuaciones propuestas consiguen también un incremento de la resistencia a cortante de las vigas y de los pilares en sus partes terminales convergentes en el nudo y un confinamiento de las extremidades de pilares, donde se concentran los máximos requerimientos de ductilidad a flexocompresión. (Linee guida per riparazione e rafforzamento di elementi strutturali, tamponature e partizioni § 3.1.- DPC, ReLUIS)

EN CASO DE SOPORTES NO DEGRADADOS, GENERAR RUGOSIDAD EN LA SUPERFICIE, LIMPIAR Y ELIMINAR EL POLVO Y ACEITES QUE PUEDAN COMPROMETER LA ADHESIÓN DEL SISTEMA, MEDIANTE AIRE A PRESIÓN O HIDROLIMPIADORA. EN CASO DE SOPORTES EVIDENTEMENTE DEGRADADOS, SIN PLANEIDAD O DAÑADOS POR EVENTOS GRAVES: ELIMINACIÓN EN PROFUNDIDAD DEL HORMIGÓN DAÑADO MEDIANTE ESCARIFICACIÓN MECÁNICA O HIDRODEMOLICIÓN, TENIENDO PRECAUCIÓN DE GENERAR RUGOSIDAD EN EL SOPORTE DE AL MENOS 5 mm, ELIMINACIÓN DEL ÓXIDO DE LA ARMADURA MEDIANTE CEPILLADO (MANUAL O MECÁNICO) O CHORREO DE ARENA; RECONSTRUCCIÓN MONOLÍTICA O ALISADO DE LA SECCIÓN CON GEOLITE®, ANTES DE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA DE REFUERZO PREVER LA PREPARACIÓN DEL SOPORTE GENERANDO UNA RUGOSIDAD DE AL MENOS 0,5 mm, Y REDONDEO DE LAS ARISTAS CON UN RADIO DE CURVATURA MÍNIMO DE 20 mm

1 Después de haber comprobado la calidad del soporte y realizado, si fuera necesario, la reparación del hormigón dañado y el tratamiento de las armaduras metálicas, puede ser oportuno recurrir a un chorreo de arena adicional sobre la superficie involucrada en el refuerzo.
[...] En el caso de 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)

2 APLICACIÓN, DESPUÉS DE LA MADURACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS PRECEDENTES, 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. PREVER LA COLOCACIÓN DE LAS POSTERIORES CAPAS DE TEJIDO SOBRE LA MATRIZ AÚN FRESCA

3 PRIMERA CAPA DE TEJIDO DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300 COLOCADO EN BANDAS PARALELAS AL EJE DEL PILAR CUBIERTAS POR UNA SEGUNDA CAPA DE GEOLITE® GEL (ESPESOR MEDIO 2-3 mm) APLICADO FRESCO SOBRE FRESCO

4 SEGUNDA CAPA DE TEJIDO DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300 COLOCADO EN BANDAS PERPENDICULARES AL EJE DEL PILAR (CONFINAMIENTO DEL PILAR) CUBIERTAS POR UNA SEGUNDA CAPA DE GEOLITE® GEL (ESPESOR MEDIO 2-3 mm) APLICADA FRESCO SOBRE FRESCO

5 TERCERA CAPA DE TEJIDO DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300 COLOCADO EN BANDAS PARALELAS AL EJE DE LA VIGA CUBIERTAS POR UNA SEGUNDA CAPA DE GEOLITE® GEL (ESPESOR MEDIO 2-3 mm) APLICADO FRESCO SOBRE FRESCO

6 CUARTA CAPA DE TEJIDO DE FIBRA DE ACERO GALVANIZADO GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300 COLOCADO EN BANDAS PERPENDICULARES AL EJE DE LA VIGA (REFUERZO A CORTANTE) PRESTANDO ATENCIÓN A LA POSIBLE PRESENCIA DE FORJADO, CUBIERTAS POR UNA SEGUNDA CAPA DE GEOLITE® GEL (ESPESOR MEDIO 2-3 mm) APLICADO FRESCO SOBRE FRESCO

7 ACABADO FINAL PROTECTOR CON GEOLITE® GEL PARA UN ESPESOR MEDIO DE 2-3 mm PARA RECUBRIR, EMBEBER EL TEJIDO DE ACERO Y RELLENAR LOS POSIBLES HUECOS, ACTUANDO FRESCO SOBRE FRESCO

8 Cuando el sistema de refuerzo se instale en ambientes particularmente agresivos, o se quiera garantizar una mayor protección además de la proporcionada por la matriz, se recomienda la aplicación final de la pintura elastomérica KERAKOVER 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.

ANTES DE LA POSIBLE REALIZACIÓN DEL ENFOSCADO SE SUGIERE REALIZAR EL ACABADO CON RASOBUILD ECO TOP TENIENDO LA PRECAUCIÓN DE EFECTUAR UN ESPOLVOREO CON QUARZOL 5.12 O ARENA SECA DE LA GRANULOMETRÍA CORRECTA SOBRE EL SISTEMA EPOXÍDICO AÚN FRESCO

