

DAU

15/095 G

Documento de adecuación al uso

Denominación comercial

Geoconnect[®]
MP

Tipo genérico y uso

Conector para la transmisión de esfuerzos cortantes entre elementos estructurales de hormigón: vigas, losas o forjados a muros, pilotes o soportes de hormigón, sin desplazamiento relativo entre ellos.

Titular del DAU

STEEL FOR BRICKS GZ SL

Polígono Industrial Alfajarín-El Saco, parcela 10
ES50172 Alfajarín (Zaragoza)
Tel. 976 79 06 40
www.steelfb.com

Planta de producción

Polígono Industrial Malpica, calle F, 23
ES50016 Zaragoza

Edición vigente y fecha

G 01.03.2024

Validez (condicionada a seguimiento anual [*])

Desde: 01.03.2024
Hasta: 23.11.2025

Fecha de concesión inicial del DAU

24.11.2015

[*] La validez del DAU 15/095 está sujeta a las condiciones del *Reglamento del DAU*. La edición vigente de este DAU es la que figura en el registro que mantiene el ITeC (accesible en itec.es y a través del siguiente código QR).



Este documento consta de 32 páginas.
Queda prohibida su reproducción parcial.

El ITeC es un organismo autorizado para la concesión del DAU (BOE 94, 19 abril 2002) para productos de construcción (edificación e ingeniería civil) inscrito en el Registro General del CTE (Resolución de 3 septiembre 2010 – Ministerio de Vivienda).

ITeC

Control de ediciones

Edición	Fecha	Apartados en los que se han producido cambios respecto a la edición anterior
A	24.11.2015	Creación del documento.
B	24.02.2016	Modelo geométrico para el cálculo de las armaduras de suspensión adaptado tras la emisión del ETA para el producto: cambios en los capítulos 5.2.2 y 8.1.1.
C	05.12.2018	Recubrimiento epoxi del refuerzo fijo y cartelas: cambios en los capítulos 1.1, 2.1, 2.2, 3.1 y 5.2.2.
D	30.05.2019	Inclusión de la evaluación de la resistencia al fuego.
E	24.11.2020	Revisión y actualización técnica del DAU de acuerdo con las ediciones vigentes de los documentos de referencia (actualizaciones CTE y de otras normas de referencia). Extensión de la validez del DAU hasta el 23.11.2025.
F	28.11.2022	Actualización que afecta al conjunto del DAU, de acuerdo con: <ul style="list-style-type: none"> • Código Estructural (Real Decreto 470/2021). • ETA 16/0064 de 20.07.2022, elaborado de acuerdo con el EAD 050019-00-0301 y el TR 065.
G	01.03.2024	Ampliación del rango de diámetros del vástago: 18 mm y 50 mm. Modificación del apartado 6.1.2 (Secuencia de montaje).

Índice

1.	Descripción del sistema y usos previstos	5
1.1.	Definición del sistema constructivo	5
1.2.	Usos a los que está destinado	5
1.3.	Limitaciones de uso	6
1.4.	Diferencias de uso entre Geoconnect® MP y Geoconnect® LL	7
2.	Componentes del sistema	8
2.1.	Componente Macho	8
2.2.	Material de relleno	9
2.3.	Geoconnect® Fire	9
3.	Fabricación y control de producción	9
3.1.	Fabricación	9
3.2.	Control de producción	9
3.3.	Control de ejecución en obra	10
4.	Almacenamiento, transporte y recepción en obra	11
4.1.	Almacenamiento	11
4.2.	Transporte	11
4.3.	Control de recepción en obra	11
5.	Criterios de proyecto	12
5.1.	Criterios de diseño	12
5.1.1.	Distancia entre conectores adyacentes	12
5.1.2.	Profundidad de empotramiento	12
5.1.3.	Posición del conector	12
5.1.4.	Material de relleno	13
5.2.	Seguridad estructural	13
5.2.1.	Prestación del conector	13
5.2.2.	Armaduras de suspensión	14
5.2.3.	Agotamiento por plastificación del vástago o por compresión local del hormigón	16
5.2.4.	Dimensionado del conector	19
5.2.5.	Vigas de borde	19
5.3.	Seguridad en caso de incendio	19
5.3.1.	Reacción al fuego	19
5.3.2.	Resistencia al fuego	19
5.4.	Higiene, salud y medio ambiente	20
5.5.	Seguridad de utilización	20
5.6.	Durabilidad	20
6.	Criterios de ejecución, de mantenimiento y conservación	21
6.1.	Criterios de ejecución	21
6.1.1.	Criterios generales de ejecución	21
6.1.2.	Secuencia de ejecución	21
6.1.3.	Colocación de armaduras de suspensión	21
6.2.	Criterios de mantenimiento o conservación	22
6.3.	Medidas para la protección del medio ambiente	23
6.3.1.	Tratamiento de residuos	23
6.3.2.	Condiciones exigibles a las empresas instaladoras	23
7.	Referencias de utilización y visitas de obra	23
7.1.	Referencias de utilización	23
7.2.	Visitas de obra	24
8.	Evaluación de ensayos y cálculos	24
8.1.	Resistencia mecánica y estabilidad	24
8.1.1.	Validación del modelo geométrico para el cálculo de las armaduras de suspensión	24
8.1.2.	Validación de la metodología para la comprobación del agotamiento en el lado del muro, pilote o soporte	26
8.2.	Resistencia al fuego	27
9.	Comisión de Expertos	28

10.	Documentos de referencia	29
11.	Evaluación de la adecuación al uso	30
12.	Seguimiento del DAU	31
13.	Condiciones de uso del DAU	31
14.	Lista de modificaciones de la presente edición	32

1. Descripción del sistema y usos previstos

1.1. Definición del sistema constructivo

Los conectores Geoconnect® MP son dispositivos de enlace que transmiten esfuerzos cortantes entre losas, vigas o forjados y muros, pilotes o soportes¹, de hormigón armado sin desplazamiento relativo entre ellos.

Los muros, pilotes o soportes se construyen previamente a la ejecución de las losas, vigas o forjados.

La utilización de conectores Geoconnect® MP facilita la ejecución de la unión, que no requiere la construcción de ménsulas u otros dispositivos auxiliares de conexión.

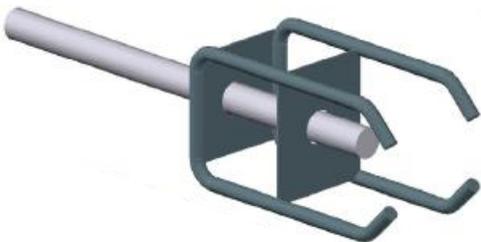


Figura 1.1: Conector Geoconnect® MP.

Los conectores Geoconnect® MP están formados por los siguientes componentes:

- Componente Macho: vástago de conexión y refuerzo fijo de dicho vástago.
- Material de relleno: resina o mortero sin retracción

Cuando existan requisitos de resistencia al fuego, se suministra Geoconnect® Fire, de acuerdo con el apartado 2.3, como un componente del conector.

El vástago de conexión del componente Macho se introduce en un agujero realizado previamente en el muro, pilote o soporte, y cuyo diámetro es entre 3 mm y 5 mm superior al diámetro del vástago, y que se ha rellenado con resina o mortero sin retracción. Una vez el material de relleno ha endurecido se podrá proceder al hormigonado de la losa, viga o forjado, asegurando el recubrimiento mínimo previsto en proyecto (de 20 mm a 30 mm).

El material empleado en el relleno de la perforación realizada en el muro, pilote o soporte no contribuye a las prestaciones mecánicas del sistema, únicamente se utiliza para estabilizar el vástago en el proceso de ejecución.

El conector está diseñado para transmitir -principalmente- esfuerzos cortantes entre el muro, pilote o soporte y la losa o viga en ausencia de desplazamiento relativo entre ellos.

Las especificaciones del componente Macho se indican en el apartado 2.1.

Se definen dos series de conectores Geoconnect® MP -series I y G- en función del tipo de acero -inoxidable o galvanizado- empleado en el vástago de conexión. El empleo de una u otra serie es función de la protección frente a la corrosión deseada (véase el apartado 1.2).

El refuerzo fijo del componente Macho es de acero B 500 S según la tabla 34.2.a del Código Estructural. Se puede aplicar un recubrimiento epoxi de color granate sobre el refuerzo fijo durante el proceso de fabricación, con un espesor medio de 100 µm y un espesor mínimo de 80 µm.

Existen ocho dimensiones diferentes de los conectores Geoconnect® MP en función del diámetro del vástago, que permiten ajustar el producto a las condiciones de carga y geometría de los elementos estructurales que conectan.

Se considera que los elementos estructurales unidos mediante conectores Geoconnect® MP están convenientemente diseñados y comprobados. En el presente DAU se definen las especificaciones de diseño que están relacionadas con la adecuación al uso de los conectores, pero no con la comprobación de dichos elementos estructurales.

Los refuerzos adicionales que se colocan in situ alrededor del conector se definen según cada proyecto particular.

El ancho nominal de la junta entre elementos constructivos puede diseñarse entre 0 mm y 60 mm. Este ancho de junta se refiere a la separación entre los elementos de hormigón, no al desplazamiento relativo entre ellos, a fin de considerar en el cálculo de la resistencia de los conectores las posibles irregularidades constructivas y/o el efecto de la retracción del hormigón, así como la posible presencia de un revestimiento entre los elementos.

1.2. Usos a los que está destinado

Los conectores Geoconnect® MP se emplean principalmente en las uniones de los elementos estructurales siguientes cuando es necesaria la transmisión de esfuerzos cortantes sin desplazamiento relativo entre elementos:

- Entre vigas o losas macizas o aligeradas -de forjado, de cubierta o de cimentación-, prelasas o forjados unidireccionales o bidireccionales,

y

¹ Véase el apartado 1.2 para la relación exhaustiva de elementos estructurales unidos mediante conectores Geoconnect® MP.

- muros, pilotes o soportes de hormigón, con la particularidad de que los muros, pilotes o soportes de hormigón se han ejecutado con anterioridad a las vigas, losas, prelosas o forjados.

El uso de conectores Geoconnect® MP evita la necesidad de disponer ménsulas en el muro, pilote o soporte, para el apoyo de la losa, viga o forjado.

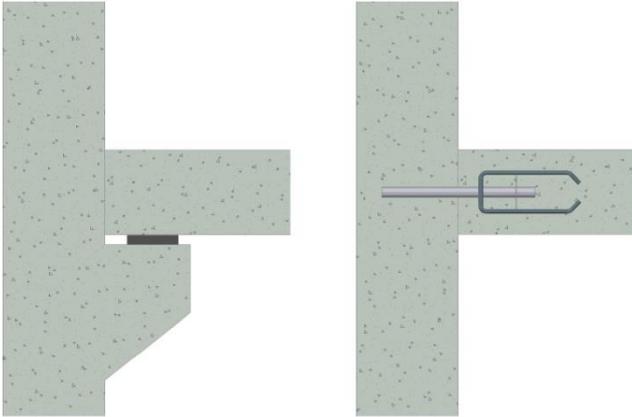


Figura 1.2: Conectores Geoconnect® MP en sustitución de ménsulas.

Además del uso principal indicado, también se emplean conectores Geoconnect® MP en las siguientes conexiones:

- Losas de rampa a pilares, cuando estos últimos se han ejecutado con anterioridad. Esta conexión se realiza del mismo modo que cuando las losas acometen a muros pantalla.
- Losas de cimentación a muros pantalla. En este caso el conector se emplea para evitar movimientos en los bordes de la losa. Las cargas se transmiten al terreno a través de la losa.
- Entre muros situados en el mismo plano. Los conectores se colocan alineados en la vertical del canto del muro y girados 90° en planta respecto a la posición de colocación estándar (en sustitución de ménsulas). En esta aplicación no se exige prestación estructural, únicamente se pretende controlar los movimientos diferenciales.
- Entre losas o forjados de piso a muros pantalla de pilotes, cuando se interpone una barrera de

impermeabilización entre ellos. La continuidad de las barreras de impermeabilización en su encuentro con los frentes de losa o forjado queda satisfecha gracias a la protección frente a la corrosión que ofrecen los conectores Geoconnect® MP. Las uniones con barras corrugadas sin protección frente a la corrosión no permiten dicha continuidad.

Los tipos de hormigón considerados para los elementos estructurales a conectar son: HA 25, HA 30, y HA 35, designados de acuerdo con el artículo 33.6 del Código Estructural.

Los conectores Geoconnect® se pueden utilizar en las condiciones de exposición siguientes:

- Serie G: exposición interior. Categoría de corrosividad C1² o muy baja, según la tabla 80.1.a del Código Estructural y la UNE-EN ISO 12944-2. Se excluyen las categorías de corrosividad baja, media y alta (C2³, C3⁴ y C4⁵ respectivamente, según la tabla 80.1.a del Código Estructural y la UNE-EN ISO 12944-2) para los conectores de la serie G.
- Serie I: exposición interior y exterior con moderada contaminación. Categoría de corrosividad C3 o media, según la tabla 80.1.a del Código Estructural y la UNE-EN ISO 12944-2. Incluye las categorías C1 -muy baja- y C2 -baja-.

Se excluye la categoría de corrosividad alta (C4) para los conectores de la serie I.

Los conectores Geoconnect® MP se pueden emplear bajo exposición al fuego cuando se instalan en combinación con Geoconnect® Fire de acuerdo con el apartado 2.3 y los criterios de diseño recogidos en el apartado 5.3.2.

1.3. Limitaciones de uso

En la tabla siguiente se muestran las condiciones dimensionales de los elementos estructurales unidos con conectores Geoconnect® MP, expresadas mediante el espesor mínimo de la losa, viga o forjado, y del muro, pilote o soporte.

² Ejemplos de ambientes típicos para una categoría de corrosividad C1 y exposición interior en un clima templado: edificios con calefacción y con atmósferas limpias (oficinas, tiendas, colegios, hoteles, etc.).

³ Ejemplos de ambientes típicos para una categoría de corrosividad C2 y exposición interior en un clima templado: atmósferas con bajos niveles de contaminación- (áreas rurales en su mayor parte).

Ejemplos de ambientes típicos para una categoría de corrosividad C2 y exposición exterior en un clima templado: edificios sin calefacción donde puede ocurrir condensaciones (almacenes, polideportivos, etc.).

⁴ Ejemplos de ambientes típicos para una categoría de corrosividad C3 y exposición interior en un clima templado: naves de fabricación con elevada humedad y con algo de contaminación del aire, por ejemplo: plantas de procesamiento de alimentos, lavanderías, plantas cerveceras, plantas lácteas.

Ejemplos de ambientes típicos para una categoría de corrosividad C3 y exposición exterior en un clima templado: atmósferas urbanas e industriales, con moderada contaminación de dióxido de azufre. Áreas costeras con baja salinidad.

⁵ Ejemplos de ambientes típicos para una categoría de corrosividad C4 y exposición interior en un clima templado: plantas químicas, piscinas, barcos costeros y astilleros.

Ejemplos de ambientes típicos para una categoría de corrosividad C4 y exposición exterior en un clima templado: áreas industriales y áreas costeras con moderada salinidad.

Referencia Geoconnect® MP	Espesor mínimo de la losa, viga o forjado (mm)	Espesor mínimo del muro, pilote o soporte (mm)
GC-MP-18	180	250
GC-MP-20	180	250
GC-MP-22	180	250
GC-MP-25	200	300
GC-MP-30	200	300
GC-MP-35	250	350
GC-MP-40	250	350
GC-MP-50	250	350

Tabla 1.1: Condiciones dimensionales de los elementos unidos mediante conectores Geoconnect® MP.

No se considera el empleo de los conectores Geoconnect® MP bajo acciones cíclicas que causen fatiga o fenómenos relacionados.

La prestación de los conectores Geoconnect® MP en zonas con requisitos sísmicos no ha sido evaluada.

1.4. Diferencias de uso entre Geoconnect® MP y Geoconnect® LL

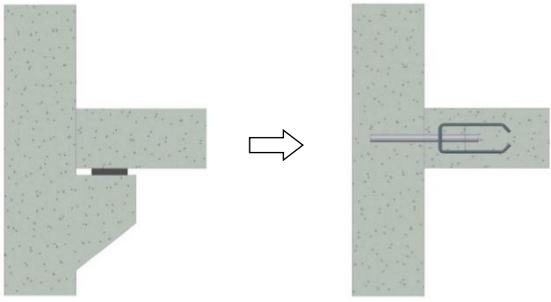
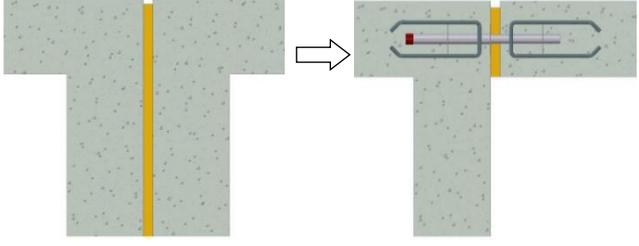
Producto	Documento de referencia	Tipo genérico y uso propuesto	Ejemplo
Geoconnect® MP	DAU 15/095	Conector para la transmisión de esfuerzos cortantes entre: vigas, losas o forjados a muros, pilotes o soportes de hormigón, sin desplazamiento relativo entre ellos.	 <p>(*) Ejemplo de sustitución de ménsula por conector Geoconnect® MP entre forjado y el muro (conexión fija).</p>
Geoconnect® LL	DAU 15/096 ETA 16/0064	Conector para la transmisión de esfuerzos cortantes entre: losas, losas y vigas o soportes, y entre muros, creando una junta de dilatación en la unión.	 <p>(*) Ejemplo de sustitución de soluciones con doble pilar por conector Geoconnect® LL en junta de dilatación (conexión con posibilidad de movimiento).</p>

Tabla 1.2: Diferencias de uso entre Geoconnect® MP y Geoconnect® LL.

La unión con el conector Geoconnect® MP constituye una unión fija entre los elementos a conectar (sin desplazamiento relativo entre ellos), mientras que la unión con el conector Geoconnect® LL constituye una junta de dilatación con movimiento impedido verticalmente y con desplazamiento relativo según el eje del vástago (una dirección), o según el plano horizontal del vástago (dos direcciones).

Por su diseño, el conector Geoconnect® MP -a diferencia del conector Geoconnect® LL- no dispone de refuerzo ni armadura local en el lado del muro, pilote o soporte, debiéndose comprobar adicionalmente el modo de fallo por aplastamiento local del hormigón en ese lado de la unión para los conectores Geoconnect® MP.

Las prestaciones de los productos y la metodología para su determinación recogidas en los respectivos documentos DAU/ETA son por lo tanto distintas y no intercambiables.

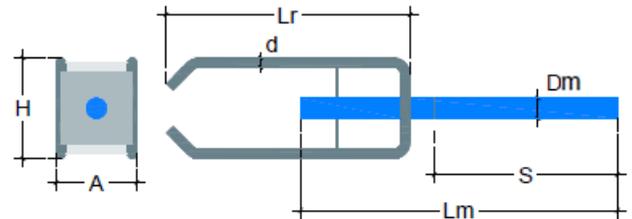
En consecuencia, el usuario debe consultar en cada caso los siguientes documentos:

- Para la conexión fija entre un elemento horizontal y un elemento vertical: debe emplearse el conector Geoconnect® MP y deben tomarse las prestaciones declaradas en el DAU 15/095.
- Para la conexión entre dos elementos con junta de movimiento entre ellos: debe emplearse el conector Geoconnect® LL y deben tomarse las prestaciones declaradas en el DAU 15/096.

2. Componentes del sistema

En este apartado se detallan las características del conector Geoconnect® MP (componente Macho) y del material de relleno.

2.1. Componente Macho



D_m	Diámetro del vástago	d	Diámetro del refuerzo
L_m	Longitud del vástago	L_r	Longitud del refuerzo
S	Saliente	H	Alto
		A	Ancho

Figura 2.1: Componente Macho.

Dimensiones del componente Macho (mm)							
Referencia	Vástago			Refuerzo			
	D_m	L_m	$S_{(1)}$	d	L_r	H	A
GC-MP-18	18	300	180	10	210	110	85
GC-MP-20	20	320	190	10	260	110	85
GC-MP-22	22	350	205	10	260	110	85
GC-MP-25	25	390	225	12	300	125	100
GC-MP-30	30	450	255	12	300	125	100
GC-MP-35	35	520	290	16	350	140	120
GC-MP-40	40	580	320	16	350	140	120
GC-MP-50	50	710	385	20	400	175	150

(1) Saliente mínimo (corresponde a un recubrimiento de 30 mm).

Tabla 2.1: Dimensiones del componente Macho.

Tipo de acero del componente Macho		
Característica	Norma	Acero
Vástago	Serie I	EN 10088-3 X2CrNiMoN22-5-3 (1.4462)
	Serie G	UNE-EN ISO 683-2 42CrMo4
Refuerzo	Tabla 34.2.a del Código Estructural	B 500 S

Tabla 2.2: Tipo de acero del componente Macho.

Las cartelas están formadas por planchas de 1,5 mm de espesor de acero S235 según UNE-EN 10025-2 y pueden incorporar un recubrimiento epoxi de un espesor medio de 100 μm y un espesor mínimo de 80 μm , de color granate.

El componente Macho se suministra con el vástago soldado al refuerzo fijo.

2.2. Material de relleno

El material de relleno se utiliza para fijar el componente Macho del conector Geoconnect® MP en el agujero practicado en el muro, pilote o soporte.

Se puede utilizar, por ejemplo, una resina epoxi o un mortero sin retracción de los existentes en el mercado. Steel For Bricks GZ SL recomienda la resina Fischer VL, objeto de las ETA 10/0352 y ETA 15/0239.

2.3. Geoconnect® Fire

Geoconnect® Fire consiste en un panel de lana mineral (espesor de 20 mm o 30 mm) recubierto con una capa intumescente de espesor 2,5 mm, con las dimensiones indicadas en la tabla 2.3. Las especificaciones técnicas de Geoconnect® Fire han sido identificadas y conservadas por el ITeC.

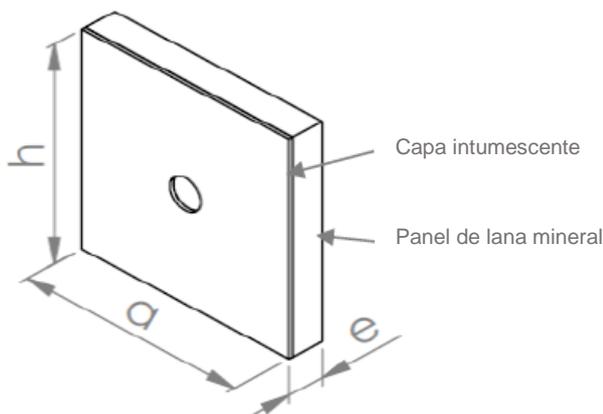


Figura 2.2: Geoconnect® Fire.

Diámetro del vástago (mm)	Geoconnect® Fire		
	Diámetro del agujero (mm)	Altura mínima (h) (mm)	Anchura mínima (a) (mm)
18 (GC-MP-18)	19		
20 (GC-MP-20)	21		
22 (GC- MP-22)	23	160	160
25 (GC- MP-25)	26		
30 (GC- MP-30)	31		
35 (GC- MP-35)	36	170	170
40 (GC- MP-40)	41		
50 (GC-MP-50)	51	180	180

Tabla 2.3: Dimensiones de Geoconnect® Fire.

3. Fabricación y control de producción

3.1. Fabricación

Los elementos que forman el componente Macho (barra de acero del vástago, refuerzo fijo y cartela) se adquieren a proveedores autorizados.

El corte de la barra de acero a la longitud requerida para la formación del vástago se lleva a cabo en las instalaciones de Steel For Bricks GZ SL.

Se puede aplicar una capa de resina epoxi en las armaduras que constituyen el refuerzo fijo y en las cartelas mediante un proceso de pulverización y posterior horneado.

El vástago y el refuerzo fijo del componente Macho se fabrican separadamente en fábrica y se ensamblan en obra, mientras que el material de relleno se adquiere en el mercado bajo las especificaciones de Steel For Bricks GZ SL.

Steel For Bricks GZ SL utiliza la siguiente descripción para referirse a los conectores:

- GC MP xx I; o GC MP xx G.

Con el significado siguiente:

- GC MP: conector Geoconnect® MP.
- xx: diámetro del vástago en milímetros (véase la tabla 2.1).
- I o G: material utilizado en el vástago, según: I: acero inoxidable; G: acero galvanizado (véase la tabla 2.2).

3.2. Control de producción

Steel For Bricks GZ SL garantiza que los elementos que forman el conector son conformes con las especificaciones indicadas en el capítulo 2 mediante la aplicación del Plan de Control acordado con el ITeC.

Este Plan de Control define los controles a realizar para cada uno de los componentes y de los procesos de fabricación.

El control de producción de los conectores alcanza a las materias primas, el proceso de fabricación y el producto final acabado. Dicho control de producción ha sido auditado por parte del ITeC.

En el *Dossier Técnico* del DAU se recoge la información relativa al Plan de Control.

Steel For Bricks GZ SL dispone de un sistema de gestión de calidad para el diseño, fabricación y comercialización de conectores, conforme con las exigencias de la norma ISO 9001. El sistema es auditado y certificado por DET NORSKE VERITAS.

3.3. Control de ejecución en obra

Durante la ejecución en obra, el técnico responsable de la obra deberá llevar a cabo los controles indicados en la tabla 3.1, y además deberá controlar que la ejecución del sistema se realiza conforme a la solución adoptada en el proyecto y considerando los criterios indicados en los capítulos 5 y 6.

A continuación se indican los controles que deben realizarse en el transcurso de la ejecución:

Controles de ejecución en obra			
Característica	Método de control	Criterio de aceptación	Número de muestras
Compatibilidad dimensional: - Espesor mínimo de losa, viga o forjado. - Ancho compatible (conexión entre vigas) - Recubrimientos laterales - Separación entre barras	Comprobación dimensional	Ajuste a la documentación del proyecto	100%
Distancia y posición de los conectores entre ellos	Comprobación dimensional	Perpendiculares al plano de la junta	100%
Ubicación de los conectores respecto a los elementos a unir	Comprobación dimensional	Zona inferior del elemento flectado: ajuste de la posición de las marcas de código de color con el proyecto	100%
Recubrimientos locales	Comprobación dimensional	De 20 mm a 30 mm	100%
Armadura adicional de refuerzo: - Cuantía - Posición	Comprobación de cálculos	Capacidad resistente ($A_s \cdot f_{yd}$) superior o igual al esfuerzo cortante transmitido por el conector Debe ocupar todo el canto disponible, respetando los recubrimientos mínimos	100%
Cuantía de la armadura vertical entre conectores	Comprobación de cálculos	Superior a 3,3 cm ² /m	100%
Instalación de Geoconnect® Fire	Comprobación del número de unidades y dimensiones (para cada conector)	De acuerdo con el proyecto	100%

Tabla 3.1: Controles de ejecución en obra.

4. Almacenamiento, transporte y recepción en obra

4.1. Almacenamiento

Los conectores Geoconnect® MP son almacenados por Steel For Bricks GZ SL hasta su transporte a la obra.

Tanto en el almacén como en la obra deben controlarse las condiciones de su almacenamiento de modo que no sufran desperfectos antes de su puesta en obra.

Para el correcto almacenamiento, manipulación y traslado de los conectores se deberá seguir la normativa vigente en cuanto a prevención de riesgos laborales.

4.2. Transporte

El transporte de los conectores Geoconnect® MP se lleva a cabo en cajas de distintos tamaños según el modelo y la cantidad solicitada.

El vástago y su refuerzo correspondiente se disponen por separado en la misma caja.

4.3. Control de recepción en obra

En la recepción en obra se deberá controlar, al menos mediante una inspección visual, el estado del material suministrado. En particular se deben considerar los siguientes aspectos:

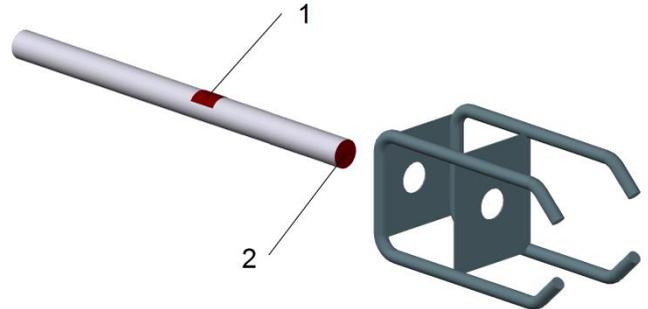
- No se admitirán dobleces, defectos superficiales o desviaciones geométricas en los vástagos.
- Se deberá presentar documentación del fabricante conforme a que el producto suministrado es el especificado.
- Comprobación visual de que el diámetro del conector suministrado corresponde con el solicitado. Los vástagos disponen del siguiente código de color en su extremo en función del diámetro:

Códigos de color para los vástagos	
Referencia	Color
GC-MP-18	Magenta
GC-MP-20	Rojo
GC-MP-22	Negro
GC-MP-25	Azul
GC-MP-30	Morado
GC-MP-35	Verde
GC-MP-40	Naranja
GC-MP-50	Rosa

Tabla 4.1: Códigos de color para los vástagos.

La marca con el código de color en el extremo del vástago (marca núm. 2 en figura 4.1) siempre debe quedar en el lado del refuerzo fijo.

El mismo código de color se coloca en el vástago, e indica la distancia a la que se debe colocar el refuerzo fijo de la cara del muro, pilote o soporte, una vez el vástago se ha introducido en el agujero. Dicha distancia es específica para cada proyecto (véase la figura 4.1).



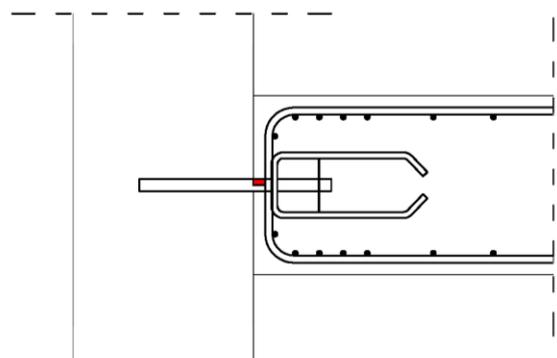
- 1: Marca con el código de color en la superficie del vástago.
- 2: Marca con el código de color en el extremo del vástago.

Figura 4.1: Posición de las marcas con código de color en el vástago.

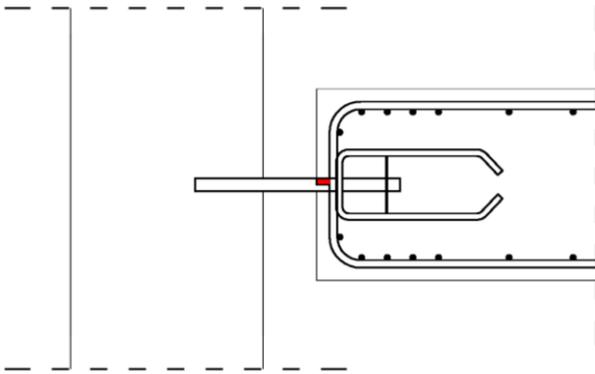
Se pueden presentar dos situaciones en función del ancho de junta (véase la figura 4.2):

- Cuando el ancho de junta es igual a cero (situación 1) la distancia desde el borde de la marca núm. 1 hasta el extremo del vástago que no dispone de la marca de color núm. 2 es la profundidad de penetración del vástago en el muro.
- Cuando el ancho de junta es distinto de cero (situación 2) la distancia desde el borde de la marca núm. 1 hasta el extremo del vástago que no dispone de la marca de color núm. 2 es la suma del ancho de junta y de la penetración del vástago en el muro.

En ambos casos el ancho de la marca corresponde al recubrimiento de las armaduras del refuerzo fijo en la viga, losa o forjado.



Situación 1: Ancho de junta igual a cero.



Situación 2: Ancho de junta distinto de cero.

Figura 4.2: Posición del refuerzo fijo en función del ancho de junta.

5. Criterios de proyecto

5.1. Criterios de diseño

5.1.1. Distancia entre conectores adyacentes

La distancia entre conectores adyacentes se obtiene a partir del resultado de los cálculos (véase el apartado 5.2).

La unión entre elementos estructurales puede asimilarse a un apoyo lineal si los conectores están sometidos a los mismos o parecidos esfuerzos y la distancia máxima entre ellos es 8 veces el espesor del elemento de hormigón (viga, losa o forjado) que conectan.

Sin embargo, dicha distancia puede ser superior cuando se conecta un forjado realizado mediante viguetas prefabricadas dispuestas paralelamente a la dirección de la junta. En este caso, los conectores se ubican en las cabezas de las vigas transversales, siendo la distancia entre conectores la distancia entre dichas vigas, que acostumbra a ser superior a 8 veces su canto. En cualquier caso, la distancia entre conectores debe estar soportada por el resultado de los cálculos.

En teoría, no se especifica una separación mínima entre conectores adyacentes que resistan un mismo movimiento relativo. Sin embargo, para tener en cuenta la eventualidad de que se intercepten las bielas comprimidas entre dos conectores adyacentes, se aplicará una penalización en el caso de losas, donde la separación de los conectores sea inferior a 1,5 veces el espesor de la losa. Esta penalización consiste en una de las acciones siguientes:

- reducción de los esfuerzos cortantes admisibles mediante un coeficiente igual a $0,67 \cdot e/h$,
- o
- aumento de la sección transversal de las armaduras de refuerzo mediante un coeficiente igual a $(2 - 0,67 \cdot e/h)^3$,

donde:

e: distancia entre conectores adyacentes.

h: espesor de la losa.

5.1.2. Profundidad de empotramiento

La profundidad de empotramiento del vástago en el muro, pilote o soporte corresponde con la dimensión Saliente (S) indicada en la tabla 2.1 menos el ancho de junta (w) previsto. En cualquier caso, es superior o igual a 6,5 veces el diámetro del vástago (D_m).

5.1.3. Posición del conector

El espesor mínimo de las losas donde se ubicará el conector se indica en la tabla 1.1 en función de la dimensión del conector.

La posición óptima para la colocación del conector corresponde a la zona inferior del elemento sustentado (losa, viga o forjado) respetando los recubrimientos mínimos, para así movilizar el mayor cono de rotura. Sin embargo, en la mayoría de ocasiones el conector se coloca en la mitad del canto de la losa debido a la alta densidad de armaduras presentes y al espacio necesario para ubicar el refuerzo fijo del conector. El elemento sustentante (muro, pilote o soporte) está comprimido.

En caso de losas formadas a partir de prelosas, el diseñador debe prestar especial atención para permitir la ubicación de las armaduras de refuerzo del conector y las de conexión entre el hormigón prefabricado y el hormigón vertido in situ.

Es posible colocar más de un conector en los finales de viga.

Se debe evitar la presencia de elementos que interfieran con el cono de hormigón alrededor del conector (oberturas, conductos para el paso de tuberías, etc.).

5.1.4. Material de relleno

El material empleado en el relleno de la perforación realizada en el muro, pilote o soporte no contribuye a las prestaciones mecánicas del conector, únicamente se utiliza para estabilizar el vástago en el proceso de ejecución.

Se pueden emplear resina epoxi o mortero sin retracción como materiales de relleno.

5.2. Seguridad estructural

5.2.1. Prestación del conector

El departamento técnico de Steel For Bricks GZ SL identificará la prestación del conector que se expresará mediante el esfuerzo cortante de diseño de la unión para cada proyecto en particular. Dicho valor es el menor entre los obtenidos de la comprobación de los siguientes modos de agotamiento en función del elemento donde se ubica el posible fallo:

- En el lado de la losa, viga o forjado:
 - Agotamiento por flexión de borde (véase el apartado 5.2.2 del DAU).
 - La comprobación del modo de agotamiento por punzonamiento no forma parte de las prestaciones que identifica el departamento técnico de Steel For Bricks GZ SL, siendo por tanto responsabilidad del técnico que elabora el proyecto de la obra.
- En el vástago:
 - Agotamiento a cortante combinado con momento flector (véanse los apartados 6.2.5 y 6.2.8 de UNE-EN 1993-1-1 y los artículos 6.2.5

y 6.2.8 del Anejo 22 del Código Estructural). La resistencia plástica de la sección transversal se verificará mediante la identificación de la distribución de tensiones que se encuentra en equilibrio con los esfuerzos y momentos sin superar el límite elástico del acero, siendo dicha distribución compatible con las deformaciones plásticas asociadas (véase el apartado 6.2.1(6) de la UNE-EN 1993-1-1 y el artículo 6.2.1(6) del Anejo 22 del Código Estructural).

- En el muro, pilote o soporte:
 - Agotamiento por plastificación del vástago o por compresión local del hormigón (véase el apartado 5.2.3 del DAU).

En los cálculos se empleará el límite elástico del acero del vástago declarado por el suministrador del acero, sensiblemente mayor que el valor mínimo indicado en la norma de producto.

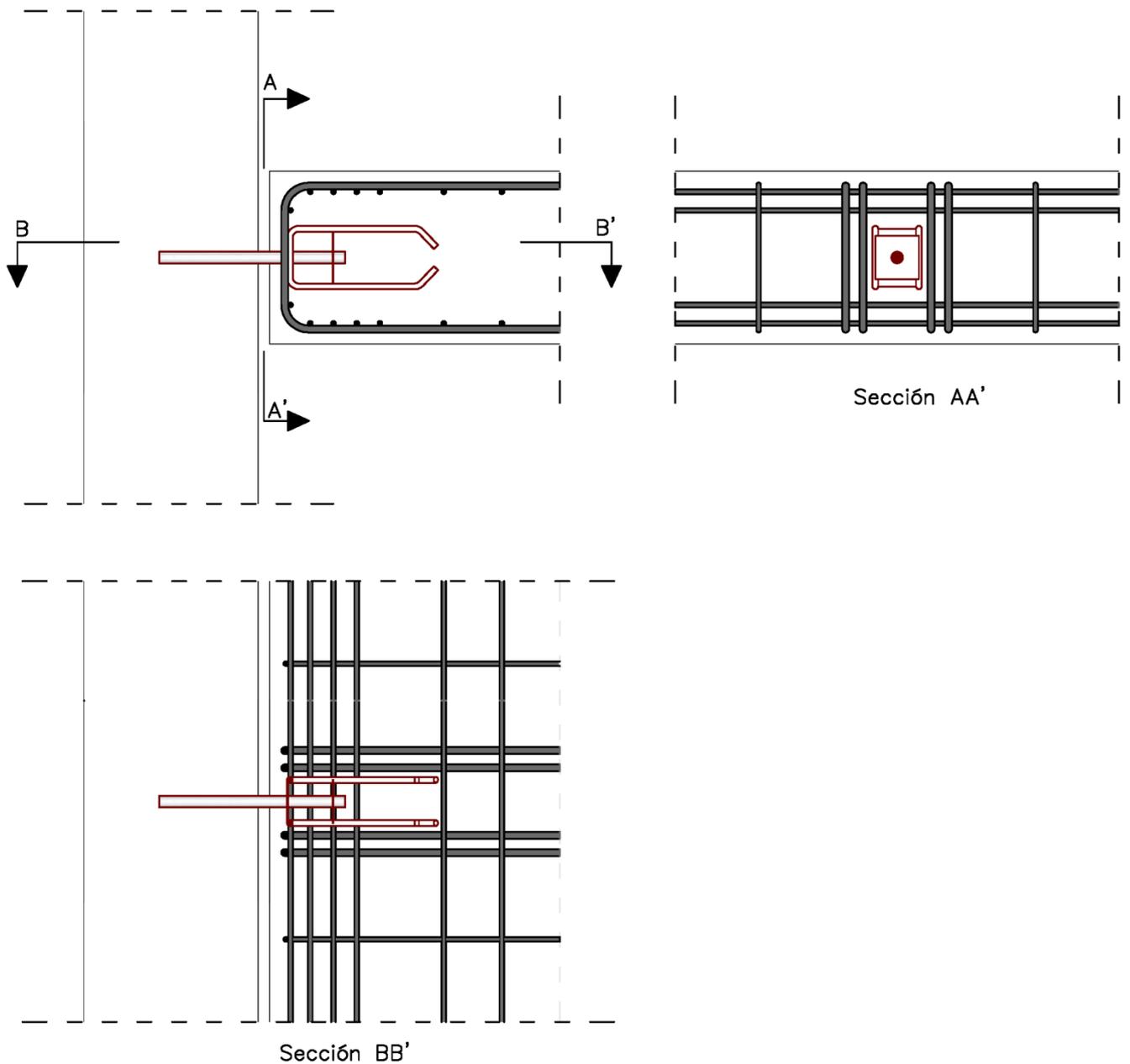


Figura 5.1: Disposición de armaduras de suspensión y viga de borde alrededor del conector Geoconnect® MP.

5.2.2. Armaduras de suspensión

Las armaduras de suspensión dispuestas a ambos lados del vástago tienen como objetivo asegurar la transmisión de esfuerzos a zonas donde el hormigón se encuentra sometido a compresión.

Dicha armadura de refuerzo adicional próxima al conector ubicado en la losa, viga o forjado responde a las siguientes especificaciones:

- La resistencia frente agotamiento por flexión de borde en Estado Límite Último ($V_{Rd,ce,ELU}$) proporcionada por la armadura de refuerzo se determina de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$V_{Rd,ce,ELU} = V_{Rd,ce,1} + V_{Rd,ce,2} \leq A_s \cdot f_{yd}$$

Donde $V_{Rd,ce,1}$ es el esfuerzo transmitido por efecto gancho y $V_{Rd,ce,2}$ es el esfuerzo transmitido por adherencia de la parte recta de la barra de acero.

$$V_{Rd,ce,1} = X_{1,1} \cdot \sum \Psi_i \cdot A_s \cdot f_{yk} / \gamma_{c,ELU}$$

$X_{1,1}$: coeficiente específico para este conector.

$X_{1,1} = 0,21$ (véase el apartado 8.1.1).

Ψ_i : Factor que tiene en cuenta la distancia lateral de las barras al vástago.

$$\Psi_i = 1 - 0,2 \cdot (\ell_{c,i} / c_i)$$

$\ell_{c,i}$: distancia desde el centro del vástago hasta el eje de la barra considerada.

c_i : distancia vertical desde el centro del vástago hasta el borde de la losa.

$$V_{Rd,ce,2} = \pi \cdot d_s \cdot \sum \ell'_{1,i} \cdot f_{bd}$$

d_s : diámetro de la barra.

$\ell'_{1,i}$: longitud efectiva de anclaje de la barra considerada

$$\ell'_{1,i} = \ell_{1,i} - \ell_{1,min}$$

$\ell_{1,i}$: longitud de anclaje de la barra considerada

$$\ell_{1,min} = (0,5 \cdot d_b + d_s)$$

d_b : diámetro del mandril de la barra.

f_{bd} : valor de cálculo de la tensión última de adherencia de barras corrugadas (véase el apartado 8.4.2 de UNE-EN 1992-1-1 y el artículo 8.4.2 del Anejo 19 del Código Estructural).

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd}$$

Donde:

$$\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0$$

$$f_{ctd} = f_{ctk;0,05} / \gamma_{c,ELU} = 0,7 \cdot f_{ctm} / \gamma_{c,ELU}$$

$$f_{ctm} = 0,3 \cdot f_{ck}^{2/3}$$

$$\gamma_{c,ELU} = \gamma_c$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot 0,7 \cdot 0,3 \cdot f_{ck}^{2/3} / \gamma_{c,ELU}$$

- La disposición de las armaduras de suspensión a ambos lados del vástago responde al modelo geométrico indicado en la figura 5.2.

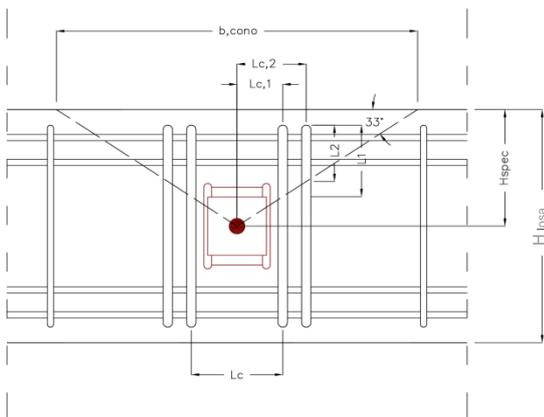


Figura 5.2: Modelo geométrico de disposición de armaduras de suspensión a ambos lados del vástago.

Este modelo geométrico equivale a las siguientes consideraciones de cálculo:

- El cono de hormigón se inicia en el centro del vástago ($h_{cono} = h_{losa} / 2$).

- El ángulo de inclinación de las bielas de hormigón es 33° ($b_{cono} = (2 \cdot h_{cono}) / \tan 33^\circ$).

- Consideración del esfuerzo transmitido por efecto gancho: el esfuerzo transmitido por el gancho se pondera si el cono de hormigón resultante del modelo de cálculo no incluye completamente la parte de la barra afectada por el gancho. Esto ocurre cuando la longitud de la barra dentro del cono de hormigón es inferior a la suma del diámetro de la barra y la mitad del diámetro del mandril de la barra ($0,5 \cdot d_b + d_s$).

Esta ponderación se introduce en la fórmula de cálculo del esfuerzo transmitido por efecto gancho mediante un coeficiente de reducción, expresado mediante el cociente entre la longitud real y la longitud teórica.

- Su resistencia a tracción ($A_s \cdot f_{yd}$) no será inferior al valor de cálculo del esfuerzo cortante transmitido por el conector.
- Puede tener disposición de cercos (cerrados) o estribos (abiertos en "U"). Si la disposición es en estribos, las ramas horizontales deben tener, como mínimo, una longitud igual a la longitud de anclaje correspondiente al tipo de barra utilizado.
- Tanto si tiene forma de cercos como de estribos, debe ocupar todo el canto disponible del elemento estructural en el que se aloja, respetando siempre los recubrimientos a los bordes superior e inferior (mínimo 20 mm y máximo 30 mm).
- Las armaduras que constituyen el refuerzo fijo no contribuyen a la resistencia frente al agotamiento por flexión de borde.

Los valores de diseño del esfuerzo cortante correspondientes al Estado Límite de Servicio por fisuración ($V_{Rd,ce,ELS}$) para el agotamiento por flexión de borde se obtienen mediante la siguiente expresión:

$$V_{Rd,ce,ELS} = V_{Rk,ce,ELS} / \gamma_{c,ELS}$$

Donde:

$$V_{Rk,ce,ELS} = X_2 \cdot V_{Rk,ce,ELU}$$

X_2 : coeficiente específico para este conector.

$$X_2 = 0,58 \text{ (véase el apartado 8.1.1)}$$

$V_{Rk,ce,ELU}$: valor característico de la resistencia frente a agotamiento por flexión de borde en Estado Límite Último.

$$\gamma_{c,ELS} = 1,0$$

$$V_{Rd,ce,ELS} = 0,58 \cdot V_{Rk,ce,ELS}$$



Figura 5.3: Disposición de los estribos de la armadura de suspensión y armadura de la viga de borde. Vista tridimensional.

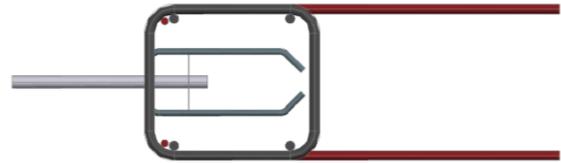


Figura 5.4: Disposición de armaduras de suspensión con estribos. Alzado.

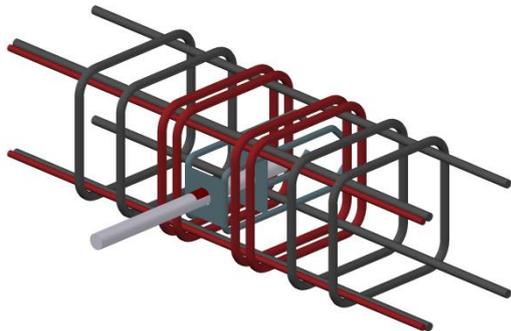


Figura 5.5: Disposición de los cercos de la armadura de suspensión y armadura de la viga de borde. Vista tridimensional.

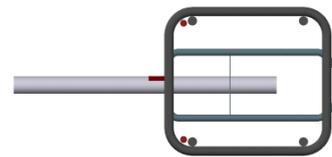


Figura 5.6: Disposición de armaduras de suspensión con cercos. Alzado.

Notas:

- En las figuras se ha omitido el hormigón para facilitar la comprensión.
- La disposición de armaduras indicada obedece a un ejemplo y no presupone tipo.

5.2.3. Agotamiento por plastificación del vástago o por compresión local del hormigón

La comprobación del agotamiento por plastificación del vástago o por compresión local del hormigón se lleva a cabo mediante un modelo de la unión en la que analizan los esfuerzos actuantes sobre el hormigón del muro, pilote o soporte, y sobre el vástago.

Se aplican los principios de la teoría de zonas parcialmente cargadas (véase el artículo 6.7 del Anejo 19 del Código Estructural) para identificar el valor límite de la resistencia del hormigón sometido a compresión. Además, se aplica el modelo de bielas a tirantes bajo la consideración de una viga de gran canto continua (véase el artículo 5.6.4 del Anejo 19 del Código Estructural) para la comprobación de la suficiencia de las armaduras a tracción existentes en el muro.

A medida que aumenta la carga aplicada se produce un desplazamiento de las reacciones de equilibrio en la sección de hormigón que provoca el incremento del momento flector que solicita al vástago, hasta

producirse su fallo tras la formación de una rótula plástica.

Es necesario cruzar los valores resistentes límite de ambas comprobaciones para cada disposición (ancho de junta, diámetro del vástago, resistencia del hormigón, ancho del muro, pilote o soporte, etc.) para obtener el valor más desfavorable.

A efectos informativos se incluyen en el DAU las tablas con los valores de los esfuerzos cortantes resistentes que se obtienen del agotamiento por plastificación del vástago o por compresión local del hormigón del muro, pilote o soporte, para unas condiciones tipo de ancho de junta, espesor de muro, pilote o soporte, diámetro del conector y límite elástico del acero del vástago. (véanse las tablas 5.1 y 5.2).

Los valores de los esfuerzos cortantes resistentes indicados en las tablas 5.1 y 5.2 únicamente son válidos para los conectores Geoconnect® MP objeto del presente DAU. Se permite la interpolación para valores intermedios; la extrapolación no se permite.

Capacidad resistente de cálculo tabulada (kN) para conectores de acero galvanizado Geoconnect® MP G.

Agotamiento por plastificación del vástago o compresión local del hormigón

Conector	Hormigón	Espesor del muro (mm)	Ancho de junta (w) (mm)												
			0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
GC MP 18 G	HA-25	≥ 250	39,0	37,0	35,0	33,1	31,2	29,3	27,4	25,6	25,0	23,2	22,6	20,9	20,3
	HA-30		41,9	39,6	37,3	35,0	32,7	30,5	28,3	27,7	25,6	25,0	22,9	22,3	20,4
	HA-35		45,0	42,3	39,7	37,0	34,4	31,9	31,2	28,7	26,3	25,7	23,3	22,8	22,1
GC MP 20 G	HA-25	≥ 250	47,6	45,3	43,1	40,9	38,7	36,6	35,7	33,6	31,6	30,7	28,7	27,9	27,0
	HA-30		52,0	49,3	46,7	44,1	41,5	39,0	38,2	35,7	33,3	32,5	30,1	29,3	27,2
	HA-35		56,5	53,4	50,4	47,4	44,5	41,6	38,7	37,9	35,1	32,4	31,6	29,0	28,2
GC MP 22 G	HA-25	≥ 250	57,6	55,1	52,7	50,2	47,8	45,4	44,5	42,1	39,8	38,9	36,6	35,6	33,4
	HA-30		63,6	60,7	57,8	54,9	52,1	49,3	46,5	43,8	42,8	40,2	39,2	36,6	35,7
	HA-35		67,5	64,1	60,8	57,5	54,2	51,0	50,0	46,9	43,8	42,9	39,9	38,9	36,0
GC MP 25 G	HA-25	≥ 300	78,7	75,6	72,7	69,8	67,0	64,2	61,4	58,7	57,4	54,8	53,5	50,8	49,5
	HA-30		86,2	82,8	77,4	74,1	72,8	69,5	66,3	63,1	60,0	58,7	55,2	54,3	51,3
	HA-35		93,3	86,9	83,0	79,2	75,4	74,1	70,4	66,8	63,2	61,9	58,4	55,0	53,7
GC MP 30 G	HA-25	≥ 300	112,2	108,7	105,2	101,7	98,2	96,5	96,7	89,7	86,3	84,5	81,2	79,4	76,2
	HA-30		123,2	119,1	115,0	110,9	106,9	102,9	98,9	95,0	93,3	89,4	85,6	83,9	80,1
	HA-35		132,4	127,6	122,9	118,3	113,7	109,1	104,6	100,1	98,4	94,0	89,7	88,0	83,7
GC MP 35 G	HA-25	≥ 350	152,5	148,3	144,2	140,0	135,9	131,9	129,8	125,8	121,8	117,8	115,7	111,7	109,5
	HA-30		167,3	162,4	157,6	152,8	148,0	143,3	138,6	134,0	129,4	127,3	122,7	118,2	116,1
	HA-35		178,7	173,2	167,7	162,2	156,8	151,4	146,1	144,0	138,7	133,5	128,4	126,3	121,2
GC MP 40 G	HA-25	350	173,7	172,8	171,0	169,9	168,0	166,0	164,0	161,8	159,6	156,7	154,4	151,5	148,5
	HA-30	≥ 400	200,3	195,4	190,6	185,8	181,0	176,3	171,6	169,0	164,3	159,3	157,0	152,4	149,6
		≥ 350	217,2	211,6	206,0	200,5	195,0	189,5	186,9	181,5	176,1	170,8	165,5	162,9	157,7
GC MP 50 G	HA-35	≥ 350	235,1	228,7	222,4	216,0	209,8	203,5	197,3	191,2	185,1	182,5	176,5	170,6	168,0
	HA-25		245,9	242,6	238,7	235,0	231,5	227,6	224,4	220,6	216,8	213,5	209,8	206,2	202,8
	HA-30		295,1	291,2	286,4	282,0	277,8	273,2	269,3	264,7	260,1	256,2	251,7	247,4	243,3
	HA-35		344,2	339,7	334,1	329,0	324,1	318,7	314,1	308,8	303,5	298,9	292,1	284,5	281,0

Notas:

- Los valores se han calculado para los siguientes límites elásticos del acero del vástago (en N/mm²):
GC MP 18 G, GC MP 20 G y GC MP 22 G = 930; GC MP 25 G y GC MP 30 G = 1.007; GC MP 35 G, GC MP 40 G y GC MP 50 G(*) = 994.
(*) El límite elástico considerado para el acero del vástago GC MP 50 G debe ser confirmado por parte del suministrador del acero.
- Únicamente se permiten las interpolaciones entre valores; las extrapolaciones no se permiten.
- Las capacidades resistentes de cálculo de la tabla han sido aportadas por el Departamento Técnico de Steel For Bricks GZ SL; el ITeC ha revisado los datos de entrada y la metodología utilizada.

Tabla 5.1: Capacidad resistente de cálculo tabulada para los conectores de acero galvanizado correspondiente al agotamiento en el lado del muro.

**Capacidad resistente de cálculo tabulada (kN) para conectores de acero inoxidable Geoconnect® MP I.
Agotamiento por plastificación del vástago o compresión local del hormigón**

Conector	Hormigón	Espesor del muro (mm)	Ancho de junta (w) (mm)												
			0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
GC MP 18 I	HA-25	≥ 250	36,3	34,3	31,1	29,2	28,6	26,7	24,9	23,1	22,6	20,8	20,0	18,6	18,1
	HA-30		38,6	36,3	34,0	31,7	29,5	27,3	26,8	24,6	22,6	22,0	20,0	19,3	18,8
	HA-35		43,0	38,3	35,7	33,1	30,5	30,0	27,5	25,0	24,5	22,1	21,6	19,3	18,8
GC MP 20 I	HA-25	≥ 250	44,75	42,5	40,3	38,1	36,0	33,9	31,8	29,8	29,1	27,1	26,3	24,4	23,7
	HA-30		48,4	45,8	43,2	40,6	38,1	35,6	33,2	32,5	30,1	27,3	27,1	26,4	24,1
	HA-35		55,2	49,2	46,2	43,3	40,4	37,5	34,7	34,0	31,2	30,5	27,9	27,1	24,6
GC MP 22 I	HA-25	≥ 250	54,6	50,6	48,2	45,8	43,4	42,5	40,2	37,9	35,7	34,9	32,7	31,9	29,7
	HA-30		59,8	54,9	52,1	49,3	46,5	43,7	42,9	40,2	37,6	36,7	34,2	33,3	30,9
	HA-35		62,8	59,5	56,2	52,9	49,7	46,5	43,4	42,6	39,5	36,5	35,7	34,9	32,1
GC MP 25 I	HA-25	≥ 300	68,4	65,6	62,8	60,1	57,3	54,6	52,0	51,0	48,4	45,8	44,8	42,3	41,3
	HA-30		75,6	72,3	69,0	65,8	62,6	59,4	56,3	53,2	50,1	49,2	46,2	45,2	42,3
	HA-35		80,3	76,5	72,8	69,0	65,4	61,7	58,1	57,1	53,6	50,2	49,2	45,8	44,8
GC MP 30 I	HA-25	≥ 300	98,7	95,3	91,9	88,5	85,2	81,9	78,6	77,3	74,1	70,9	67,8	66,4	63,4
	HA-30		108,4	104,4	100,4	96,4	92,5	88,6	84,8	81,0	77,3	76,0	72,3	68,7	67,4
	HA-35		117,3	112,6	108,1	103,5	99,0	94,6	90,2	85,8	81,6	80,2	76,0	71,9	70,4
GC MP 35 I	HA-25	≥ 350	137,1	130,8	126,8	122,8	118,9	115,0	115,3	109,5	105,7	101,9	100,2	96,5	92,8
	HA-30		150,3	142,6	137,1	133,3	128,7	124,2	119,6	117,9	113,5	109,1	104,7	103,4	98,8
	HA-35		161,4	155,9	150,5	141,7	136,4	134,7	129,5	124,3	119,2	118,1	109,2	107,5	102,6
GC MP 40 I	HA-25	≥ 350	178,5	173,8	169,2	164,6	160,0	155,5	151,0	146,5	142,1	137,7	135,6	131,3	127,0
	HA-30		195,0	189,6	184,2	178,8	173,5	168,2	162,9	157,7	152,5	147,4	145,4	144,3	135,3
	HA-35		211,9	201,6	195,4	189,3	183,2	177,1	171,1	165,2	163,1	157,2	151,4	145,6	143,6
GC MP 50 I	HA-25	≥ 350	245,9	242,6	238,7	235,0	231,5	227,6	224,4	220,6	216,8	213,5	209,8	206,2	202,8
	HA-30		295,1	291,2	286,4	282,0	275,2	268,5	261,8	255,2	252,4	245,9	239,3	232,9	226,4
	HA-35		328,8	321,0	313,1	305,3	297,6	289,9	282,3	274,7	267,1	259,6	252,2	244,8	242,1

Notas:

- Los valores se han calculado para los siguientes límites elásticos del acero del vástago (en N/mm²): GC MP 18 I, GC MP 20 I y GC MP 22 = 802; GC MP 25 I y GC MP 30 I = 781; GC MP 35 I, GC MP 40 I y GC MP 50 I(*) = 791. (*) El límite elástico considerado para el acero del vástago GC MP 50 I debe ser confirmado por parte del suministrador del acero.
- Únicamente se permiten las interpolaciones entre valores; las extrapolaciones no se permiten.
- Las capacidades resistentes de cálculo de la tabla han sido aportadas por el Departamento Técnico de Steel For Bricks GZ SL; el ITeC ha revisado los datos de entrada y la metodología utilizada.

Tabla 5.2: Capacidad resistente de cálculo tabulada para los conectores de acero inoxidable correspondiente al agotamiento en el lado del muro.

5.2.4. Dimensionado del conector

El dimensionado de los conectores se llevará a cabo mediante la comprobación de cada una de las siguientes desigualdades entre esfuerzos cortantes actuantes y esfuerzos cortantes resistentes, según si se trata de una comprobación de un Estado Límite Último -ELU- o del Estado Límite de Servicio -ELS-.

- $V_{Sd,u} \leq V_{Rd,u}$ (ELU en situación persistente o transitoria)
- $V_{Sd,ELS} \leq V_{Rd,ELS}$ (ELS)
- $V_{Sd,a} \leq V_{Rd,a}$ (ELU en situación accidental)

La primera desigualdad debe comprobarse en todos los casos, la segunda desigualdad únicamente en casos en los que la fisuración de la losa o forjado es perjudicial (por ejemplo: por presencia de pavimentos continuos). La tercera sólo aplica en situaciones accidentales.

Los valores de $V_{Rd,ELS}$ se han obtenido a partir de los ensayos y corresponden con los valores resistentes en el momento de aparición de las fisuras en la losa o forjado.

Los datos que deben emplearse en las comprobaciones anteriores de acuerdo con el Estado Límite se indican a continuación:

- Estados Límite Últimos:
Coeficientes parciales de seguridad para las acciones según la tabla 4.1 del DB-SE del CTE.
Las combinaciones de acciones para las situaciones de proyecto persistentes o transitorias, y accidentales se definirán de acuerdo con los criterios del artículo 4.2.2 del DB-SE del CTE.
- Estados Límite de Servicio:
Coeficientes parciales de seguridad para las acciones según la tabla 4.1 del DB-SE del CTE.
Las combinaciones de acciones para las situaciones de proyecto persistentes y transitorias se definirán de acuerdo con los criterios del artículo 4.2.2 del DB-SE del CTE.

5.2.5. Vigas de borde

Se formarán vigas de borde a lo largo de la longitud de la junta de la losa en la que se instalarán los conectores. El dimensionado de dichas vigas se realizará teniendo en cuenta las siguientes hipótesis:

- El muro constituye un apoyo lineal para la losa adyacente.
- Los conectores forman apoyos individuales para la viga.

Las armaduras de refuerzo horizontal y vertical de borde uniformemente distribuidas se dimensionarán de acuerdo con las indicaciones del apartado 2.1 del EOTA TR 065.

Es posible que cuando el conector Geoconnect® MP conecte una losa y varios pilotes, estos no estén alineados, de modo que la viga de borde no sea recta, siendo necesario retranquearla o suplementarla. En este caso será necesario un detalle de armado específico.

El Departamento Técnico de Steel For Bricks GZ SL llevará a cabo el dimensionado de las vigas de borde, comprobando el agotamiento por compresión oblicua, por flexión y por cortante, bajo la consideración de una viga continua con separación entre apoyos igual a la distancia entre conectores.

5.3. Seguridad en caso de incendio

5.3.1. Reacción al fuego

El único componente del conector Geoconnect® MP que puede quedar expuesto a los efectos del fuego es el vástago, que puede ser de acero inoxidable o acero aleado galvanizado.

Ambos tipos de vástagos se clasifican A1 sin necesidad de ensayo, al estar fabricados a partir de materiales incluidos en el cuadro 1.2-1 del Real Decreto 312/2005 de 2 de abril de 2005, modificado por el Real Decreto 110/2008 de 12 de febrero de 2008. Por tanto, cumplen con las exigencias incluidas en el DB-SI del CTE.

5.3.2. Resistencia al fuego

La resistencia al fuego, expresada mediante el criterio de capacidad portante, de los elementos constructivos unidos a través de conectores Geoconnect® MP ha sido evaluada como R120 cuando el conector se protege por medio de Geoconnect® Fire.

El espesor de Geoconnect® Fire se seleccionará dependiendo de la anchura inicial de la junta, de tal manera que la longitud del vástago sin protección sea mínima. Cuando deban usarse dos Geoconnect® Fire debido a la anchura inicial de la junta, estos se posicionarán adyacentes, con las capas intumescentes encaradas a los elementos de hormigón.

Se deberán considerar las siguientes condiciones:

- Conectores con carga menor o igual a los valores de diseño de la resistencia a cortante de acuerdo con este DAU 15/095, en función del conector empleado, las características de los elementos conectados y el diseño de los refuerzos, así como de la anchura de la junta.
- Los elementos de hormigón y sus refuerzos, así como los refuerzos locales de los conectores, deben ser diseñados o protegidos para tener una resistencia al fuego R120. El espesor mínimo del elemento de hormigón debe ser 200 mm con un recubrimiento mínimo de los refuerzos en las caras expuestas al fuego de 40 mm. La superficie del hormigón en el canto de los elementos conectados

debe ser plana y lisa para lograr un sellado adecuado de la junta en caso de incendio.

- La longitud máxima inicial del vástago sin proteger en la anchura inicial de la junta (no cubierta por Geoconnect® Fire) debe ser 10 mm.

Si existen exigencias de sectorización que afecten a los elementos constructivos a unir y que se extiendan a la junta donde se ubican los conectores Geoconnect® MP, se deberán prever medidas en fase de proyecto que permitan alcanzar la prestación exigida en la unión.

5.4. Higiene, salud y medio ambiente

La presencia de los conectores Geoconnect® MP no interviene ni afecta en el cumplimiento de las condiciones adecuadas para garantizar la higiene y salud de los ocupantes de las obras de construcción siempre y cuando la junta quede correctamente tapada.

5.5. Seguridad de utilización

La presencia de los conectores Geoconnect® MP no interviene ni afecta en el cumplimiento de las condiciones adecuadas para limitar el riesgo de que los usuarios sufran daños inmediatos en el uso previsto de los edificios, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento, siempre y cuando la junta quede correctamente tapada.

5.6. Durabilidad

La comprobación de los Estados Límite asociados a la durabilidad se realizará de acuerdo con lo indicado en el artículo 11 del Código Estructural.

El mantenimiento de las prestaciones de los conectores durante la vida útil de las obras está relacionado con los siguientes componentes:

- Vástago:

Los conectores Geoconnect® MP se pueden utilizar en las condiciones de exposición siguientes:

- Serie G: exposición interior. Categoría de corrosividad C1 o muy baja, según la tabla 80.1.a del Código Estructural y la UNE-EN ISO 12944-2.
 - Serie I: exposición interior y exterior con moderada contaminación. Categoría de corrosividad C3 o media, según la tabla 80.1.a del Código Estructural y la UNE-EN ISO 12944-2. Incluye las categorías C1 -muy baja- y C2 -baja-.
- Elementos estructurales de la losa, viga, forjado, muro, pilote o soporte:

Su durabilidad depende del cumplimiento de las indicaciones contenidas en el artículo 11.1 del

Código Estructural, en especial en lo que se refiere a:

- La definición de la agresividad identificada por el tipo de ambiente según el artículo 11.2 del Código Estructural.
- La definición de detalles estructurales y formas que faciliten la evacuación del agua.
- El establecimiento de medidas de proyecto que faciliten el mantenimiento y sustitución de elementos de equipamiento (apoyos, juntas, drenajes, etc.) que tengan una vida útil menor que la de la estructura.
- El establecimiento de una estrategia para la durabilidad según el artículo 11.3 del Código Estructural. Entre los aspectos a tener en cuenta destaca la adopción de un espesor de recubrimiento adecuado para la protección de las armaduras de suspensión.

La vida útil de Geoconnect® Fire no ha sido evaluada en el marco de este DAU y es menor a la vida útil de los conectores Geoconnect® MP. Por lo tanto, es necesario un mantenimiento adecuado de Geoconnect® Fire y su reparación, cuando sea necesaria.

6. Criterios de ejecución, de mantenimiento y conservación

6.1. Criterios de ejecución

6.1.1. Criterios generales de ejecución

Los conectores Geoconnect® MP se suministran a la obra con las características del vástago (tipo, longitud y diámetro) y refuerzo fijo definidas en el proyecto, sin que sea necesario actuar sobre ellos.

6.1.1.1. Medios humanos y materiales necesarios para la construcción

El posicionamiento y atado del conector Geoconnect® MP al encofrado puede ser realizado por el operario encargado de la manipulación de las armaduras.

Debe prestarse especial atención a la colocación de las armaduras de suspensión a ambos lados del conector. Dichas armaduras deben ajustarse escrupulosamente a la disposición prevista en el proyecto, ya que de ello depende la prestación del sistema.

El transporte de los conectores en la obra puede realizarse sin medios especiales.

Para la realización de los agujeros en el muro es necesario un taladro con broca o corona cuyo diámetro sea de entre 3 mm y 5 mm superior al diámetro del vástago. Opcionalmente se puede emplear una pistola de aire comprimido para eliminar los restos de polvo de los agujeros.

Es necesaria una pistola de inyección para introducir la resina en los agujeros.

6.1.1.2. Manipulación en obra. Condiciones de seguridad

Se utilizarán guantes para la manipulación de las armaduras.

Se aplicarán las medidas preventivas necesarias para evitar los riesgos asociados a la construcción de las losas y muros en los que se ubiquen los conectores (caídas a distinto nivel, cortes producidos por la armadura, golpes y caída de la carga en el vertido del hormigón, etc.).

6.1.1.3. Verificaciones previas a la ejecución

Deben verificarse aquellos aspectos previos a la ejecución recogidos en la tabla 3.1. Además, se debe comprobar que ningún elemento singular (bajante, obertura, etc.) interfiera con los conectores.

6.1.1.4. Exposición ambiental de Geoconnect® Fire

El componente Geoconnect® Fire no ha sido evaluado en condiciones de exposición ambiental exterior, por lo que si en fase de ejecución pudiera quedar expuesto a tales condiciones se tomarán las medidas de protección adecuadas.

6.1.2. Secuencia de ejecución

- Realizar las perforaciones con el taladro en el muro, pilote o soporte ya construido y limpiar los agujeros mediante, por ejemplo, aire comprimido.

La profundidad de las perforaciones obedecerá a las indicaciones recogidas en los planos de la estructura.

- Rellenar los agujeros con resina o mortero sin retracción (véase el apartado 2.2 del DAU).
- Introducir los vástagos en los agujeros hasta la profundidad prescrita.
- Incorporar el refuerzo fijo al vástago en el lado de la losa, viga o forjado. Este paso se puede realizar después de encofrar la losa, viga o forjado, pero antes de colocar las armaduras.

La marca de color en el vástago identifica la posición del refuerzo fijo y el recubrimiento de la losa, viga o forjado (véase el apartado 4.3). Ambos datos están definidos en los planos de la estructura.

- Encofrar la losa, viga o forjado y disponer las armaduras. Atar el refuerzo fijo del vástago a las armaduras próximas.

La armadura de borde acostumbra a ser prefabricada, de modo que puede ser necesario modificar la posición de los estribos de dicha armadura para evitar interferencias con los vástagos o refuerzos del conector Geoconnect® MP.

A continuación, se colocan las armaduras de suspensión a ambos lados del conector.

- Verter y vibrar el hormigón en la losa, viga o forjado cuando el material de relleno ha endurecido.

6.1.3. Colocación de armaduras de suspensión

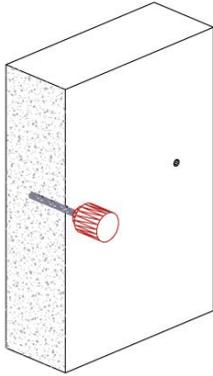
Se debe prestar especial atención a la correcta colocación de las armaduras de suspensión a ambos lados del conector Geoconnect® MP en la losa, viga o forjado.

La posición de las armaduras de suspensión debe responder con exactitud a la información de proyecto, ya que de ello depende la prestación del conector.

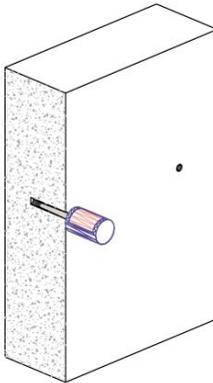
La distancia entre las armaduras, así como la distancia entre las armaduras y el vástago debe responder a las indicaciones de los planos del Proyecto, que se debe determinar de acuerdo con el modelo geométrico indicado en el apartado 5.2.2 del DAU.

La distancia entre barras debe permitir realizar el vibrado correcto del hormigón.

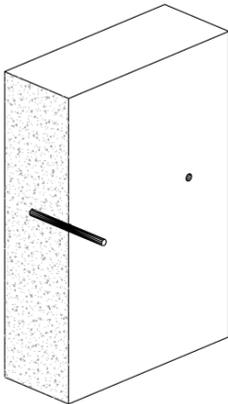
No se admiten cercos o estribos inclinados respecto a la vertical.



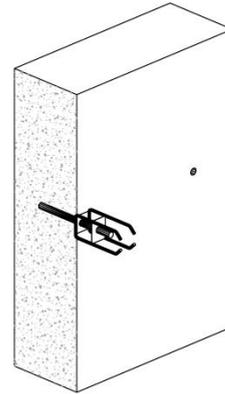
1. Realizar perforaciones con el taladro en el muro, pilote o soporte ya construido.



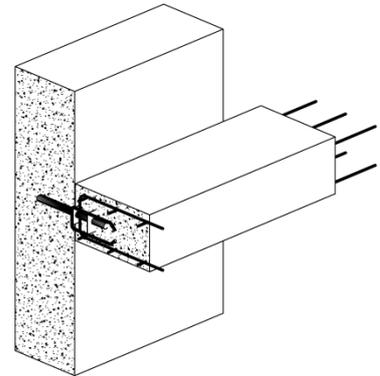
2. Rellenar los agujeros con resina o mortero sin retracción.



3. Introducir los vástagos hasta la profundidad definida en el proyecto.



4. Incorporar el refuerzo fijo al vástago y atado al resto de armaduras.



5. Verter y vibrar el hormigón de la losa, soporte o forjado cuando el material de relleno ha endurecido.

Figura 6.1: Secuencia de ejecución.

6.2. Criterios de mantenimiento o conservación

El mantenimiento de las estructuras unidas mediante conectores Geoconnect® MP debe inscribirse en las actividades de mantenimiento que la propiedad deberá programar y efectuar, a partir de la entrada en servicio de la estructura, de acuerdo con el artículo 23 del Código Estructural y de forma coherente con los criterios adoptados en el proyecto.

De forma general, compete a la propiedad conservar el Proyecto de Construcción completo, así como los proyectos que, eventualmente, le sucedan en virtud de reparaciones, refuerzos, ampliaciones, etc., así como las memorias o informes vinculados a la historia de la estructura.

En particular, las estructuras unidas mediante los conectores Geoconnect® MP deben formar parte del Plan de Inspección y Mantenimiento, que define las actuaciones a desarrollar durante toda la vida útil de los mismos.

En cuanto a Geoconnect® Fire, es necesario un mantenimiento adecuado y su reparación, cuando sea necesaria.

6.3. Medidas para la protección del medio ambiente

6.3.1. Tratamiento de residuos

Los conectores Geoconnect® MP se suministran a la obra sin que sea necesario actuar sobre ellos, de modo que no se prevé la generación de residuos derivados de la manipulación del producto.

Únicamente se prevé la generación de residuos a consecuencia de desperfectos en el producto por una manipulación incorrecta o por causas accidentales.

En virtud de la Decisión 2000/532/CE y de sus modificaciones, que establecen la Lista Europea de Residuos (LER), es obligatorio que los productos tengan asignado un código LER que permita al usuario conocer el tipo de gestión de residuos que le corresponde. En la tabla 6.1 se indica el código LER para los componentes del conector Geoconnect® MP.

Los residuos generados deberán ser gestionados según la legislación vigente por un gestor autorizado a tal efecto (véase el Real Decreto 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición).

Componentes del conector Geoconnect®	Código LER
Vástago y armaduras de refuerzo	17 04 05

Tabla 6.1: Códigos LER.

6.3.2. Condiciones exigibles a las empresas instaladoras

La instalación de los conectores Geoconnect® MP puede ser llevada a cabo por los operarios de la propia obra. No es necesaria la intervención de operarios especializados.

Sí es necesario un grado elevado de esmero a la colocación y posicionamiento de las armaduras de suspensión con arreglo a la información del proyecto.

7. Referencias de utilización y visitas de obra

7.1. Referencias de utilización

Los conectores Geoconnect® MP se llevan instalando desde mayo de 2013.

Se han aportado como referencias de utilización la siguiente relación de obras:

- 316 viviendas. Sector UZP 2.01, El Cañaverál. Madrid.
- 108 viviendas. Sector Espartales Norte. Alcalá de Henares. (Madrid).
- 55 viviendas. Ensanche de Vallecas. Madrid.
- Aparcamiento de la ampliación del Hospital Universitario Marqués de Valdecilla. Avenida Valdecilla. Santander.
- Edificio residencial El Carmen. C/Eslava, C/De la Serna y Callejones de El Perchel. Málaga.
- Edificio residencial Mirasierra. C/Jardines de la Condesa y C/Mirador de la Reina. Urbanización Mirasierra. Madrid.
- 51 viviendas. Valdebebas. (Madrid).
- Reconstrucción y ampliación de edificio de 97 viviendas en Residencial San Mateo. Avenida Juan Carlos I. Lorca. (Murcia).
- Edificio de 52 viviendas. Plan parcial Las Rosas. Madrid.
- Complejo de servicios para nueva sede BBVA. C/Fresneda, C/Sauceda y C/Agüi. Las Tablas. Madrid.
- 47 viviendas. Plan parcial Roza Martín. Majadahonda. (Madrid).
- 47 viviendas. Sector El Juncal. Alcobendas. (Madrid).
- 26 viviendas. C/Ernest Lluch. Fuenlabrada. (Madrid).
- Punto limpio del Centro de Procesos de Datos del BBVA. C/Batanes y C/Ronda de Valdecarrizo. Tres Cantos (Madrid).
- Biodomo. Parque de las Ciencias de Granada. C/Profesor Agustín Escribano. Granada.
- 35 viviendas. PERI Sur de San Fernando. Coslada. (Madrid).
- 99 viviendas. Sector Los Girasoles. Torrejón de Ardoz. (Madrid).

7.2. Visitas de obra

Se ha efectuado un muestreo de obras realizadas con Los conectores Geoconnect® MP, ejecutadas y en proceso de ejecución.

Las obras seleccionadas fueron inspeccionadas por personal del ITeC, dando lugar al Informe de visitas de obras recogido en el *Dossier Técnico del DAU 15/095*.

El objetivo de las visitas ha sido, por un lado contrastar la aplicabilidad de las instrucciones de puesta en obra con los medios humanos y materiales definidos por Steel For Bricks GZ SL y, por otro, identificar los aspectos que permitan evitar posibles patologías que puedan afectar al sistema ejecutado.

Los aspectos relevantes destacados en el transcurso de la realización de las visitas de obra se han incorporado a los criterios de proyecto y ejecución indicados en los capítulos 5 y 6 respectivamente.

8. Evaluación de ensayos y cálculos

Se ha evaluado la adecuación al uso de los conectores Geoconnect® MP en relación con el cumplimiento del *Procedimiento Particular de evaluación del DAU 15/095*.

Este procedimiento ha sido elaborado por el ITeC considerando la reglamentación española de construcción aplicable en cada caso:

- en edificación se consideran las exigencias básicas que establece el CTE para cada uno de los requisitos básicos,
- en otros ámbitos de la construcción se considera la reglamentación específica de aplicación,

así como otros requisitos adicionales relacionados con la durabilidad y las condiciones de servicio del sistema.

Los ensayos que forman parte de esta evaluación han sido realizados en los laboratorios de Applus, sobre muestras representativas del producto objeto del DAU tomadas en las instalaciones del titular por personal del ITeC. Todos los informes de ensayo y de cálculos, así como el informe de toma de muestras, quedan recogidos en el *Dossier Técnico del DAU 15/095*.

8.1. Resistencia mecánica y estabilidad

Se han llevado a cabo ensayos con dos objetivos:

- Validar el modelo geométrico que permite calcular la prestación de la losa frente al modo de fallo de las armaduras de suspensión.
- Validar la metodología empleada en la comprobación del agotamiento del hormigón y del vástago en el lado del muro, pilote o soporte.

8.1.1. Validación del modelo geométrico para el cálculo de las armaduras de suspensión

Se ha empleado el método de verificación incluido en el EAD 050019-00-0301⁶ de marzo de 2019 sobre conectores de doble movimiento y de vainas de acero inoxidable y de polipropileno. Se han ensayado 18 pares de losas, con las dimensiones y configuración indicadas en el EAD. Las características de las probetas ensayadas se indican en la tabla 8.1, los resultados de ensayo se indican en la tabla 8.2 y la evaluación de resultados en las tablas 8.3 y 8.4.

Dichos resultados han permitido ajustar el modelo geométrico para el cálculo de las armaduras de suspensión de modo que cumpla los requisitos indicados en el EAD.

⁶ El EAD 050019-00-0301 *Dowels For Structural Joints Under Static and Quasi-static loading*, de marzo de 2019 substituye a la ETAG 030-1 *Dowels for structural joints*, de abril de 2013. El método

de verificación incluido en dicho EAD varía ligeramente en relación con el incluido en la ETAG 030-1.

Características de las probetas ensayadas						
Número de probeta	Modelo de conector	Resistencia del hormigón en el momento del ensayo (N/mm ²)	Penetración del vástago en la losa (mm)	Ancho de junta (w) [mm]	Material del vástago	Material de la vaina
3-20-1	GC-LL-20	26,0	155	10	Acero inoxidable 1.4462	Polipropileno
4-30-1	GC-LL-30	22,3	220	10	Acero inoxidable 1.4462	Acero inoxidable 1.4301
5-30-1	GC-LL-30	21,9	220	10	Acero inoxidable 1.4462	Acero inoxidable 1.4301
6-30-1	GC-LL-30	21,2	215	20	Acero inoxidable 1.4462	Acero inoxidable 1.4301
7-40-1	GC-LL-40	24,8	285	10	Acero inoxidable 1.4462	Polipropileno
8-40-1	GC-LL-40	26,0	285	10	Acero inoxidable 1.4462	Polipropileno
9-40-1	GC-LL-40	22,4	280	20	Acero inoxidable 1.4462	Polipropileno
11-20-2	GC-LL-20-DM	27,2	150	20	Acero inoxidable 1.4462	Polipropileno
13-30-2	GC-LL-30-DM	24,8	220	10	Acero inoxidable 1.4462	Acero inoxidable 1.4301
14-30-2	GC-LL-30-DM	22,6	220	10	Acero inoxidable 1.4462	Acero inoxidable 1.4301
15-30-2	GC-LL-30-DM	20,2	215	20	Acero inoxidable 1.4462	Acero inoxidable 1.4301
16-40-2	GC-LL-40-DM	20,7	285	10	Acero inoxidable 1.4462	Polipropileno
17-40-2	GC-LL-40-DM	21,9	285	10	Acero inoxidable 1.4462	Polipropileno
18-40-2	GC-LL-40-DM	27,5	280	20	Acero inoxidable 1.4462	Polipropileno
19-40-1	GC-LL-40	21,6	285	10	Acero galvanizado 1.7225	Polipropileno
20-40-1	GC-LL-40	21,3	280	20	Acero galvanizado 1.7225	Polipropileno
21-40-2	GC-LL-40-DM	20,5	285	10	Acero galvanizado 1.7225	Polipropileno
22-40-2	GC-LL-40-DM	20,2	280	20	Acero galvanizado 1.7225	Polipropileno

Tabla 8.1: Características de las probetas ensayadas.

Número de probeta	Resultados de ensayo. Agotamiento por flexión de borde					
	Estado límite último			Estado límite de servicio		
	Carga (F _{u,test,ce}) [kN]	Cortante (V _{u,test,ce}) [kN]	Desplazamiento (d _{u,test,ce}) [mm]	Carga (F _{s,test,ce}) [kN]	Cortante (V _{s,test,ce}) [kN]	Desplazamiento (d _{s,test,ce}) [mm]
3-20-1	48,63	32,42	12,6	32,7	21,8	4,3
4-30-1	87,92	58,61	5,4	50,0	33,3	2,5
5-30-1	93,01	62,01	4,5	72,0	48,0	2,9
6-30-1	43,78	29,19	12,6	36,6	24,4	3,5
7-40-1	66,45	44,30	3,3		No apreciable	
8-40-1	91,15	60,77	12,5	75,8	50,5	8,0
9-40-1	115,21	76,81	15,1	97,0	64,7	6,7
11-20-2	45,10	30,07	13,9	39,4	26,3	8,0
13-30-2	83,47	55,65	10,5	65,1	43,4	8,7
14-30-2	83,52	55,68	6,4	60,0	40,0	4,7
15-30-2	86,86	57,91	8,5	78,0	52,0	7,4
16-40-2	76,18	50,79	7,8	66,9	44,6	8,3
17-40-2	101,85	67,90	4,2		No apreciable	
18-40-2	101,79	67,86	5,6		No apreciable	
19-40-1	146,33	97,55	6,9	85,0	56,7	3,4
20-40-1	132,79	88,53	5,1	105,0	70,0	3,4
21-40-2	90,83	60,55	4,5	76,8	51,2	3,7
22-40-2	108,26	72,18	5,5	76,3	50,9	4,1

Tabla 8.2: Resultados de ensayo.

Número de probeta	Evaluación de resultados						
	Cortante obtenido del ensayo en ELU ($V_{u,test,ce}$) [kN]	Estado límite último (ELU)			Estado límite de servicio (ELS)		
		Cortante de cálculo [kN]		$(V_{u,test,ce} - V_{u,cal,ce,2}) / V_{u,cal,ce,1}$	Cortante obtenido del ensayo en ELS ($V_{s,test,ce}$) [kN]	Cortante obtenido del ensayo en ELU ($V_{u,test,ce}$) [kN]	$V_{s,test,ce} / V_{u,test,ce}$
$V_{u,cal,ce,1}$ (1)	$V_{u,cal,ce,2}$ (2)						
3-20-1	32,42	131,76	1,96	0,23	21,8	32,42	0,67
4-30-1	58,61	110,52	0,38	0,53	33,3	58,61	0,57
5-30-1	62,01	176,84	6,76	0,31	48,0	62,01	0,77
6-30-1	29,19	107,76	0,36	0,27	24,4	29,19	0,84
7-40-1	44,30	159,00	5,88	0,24	No apreciable	44,30	---
8-40-1	60,77	135,16	3,78	0,42	50,5	60,77	0,83
9-40-1	76,81	212,88	12,67	0,30	64,7	76,81	0,84
11-20-2	30,07	108,16	1,95	0,26	26,3	30,07	0,87
13-30-2	55,65	160,76	3,46	0,32	43,4	55,65	0,78
14-30-2	55,68	153,52	3,15	0,34	40,0	55,68	0,72
15-30-2	57,91	145,16	2,79	0,38	52,0	57,91	0,90
16-40-2	50,79	148,04	5,19	0,31	44,6	50,79	0,88
17-40-2	67,90	186,40	8,36	0,32	No apreciable	67,90	---
18-40-2	67,86	208,80	10,47	0,27	No apreciable	67,86	---
19-40-1	97,55	185,12	8,24	0,48	56,7	97,55	0,58
20-40-1	88,53	183,92	8,12	0,44	70,0	88,53	0,79
21-40-2	60,55	147,40	5,14	0,38	51,2	60,55	0,85
22-40-2	72,18	179,08	7,67	0,36	50,9	72,18	0,70

(1) $V_{u,cal,ce,1} = \sum \psi_i \cdot A_s \cdot f_{yk} \cdot (f_{cm,test,i} / f_{ck,nom})^{0,5}$

(2) $V_{u,cal,ce,2} = \pi \cdot d_s \cdot \Sigma l'_{1,i} \cdot 2,25 \cdot 0,3 \cdot (f_{cm,test,i} - 8 \text{ MPa})^{2/3}$

Tabla 8.3: Evaluación de los resultados.

En la tabla 8.4 se muestra el tratamiento estadístico realizado utilizando una distribución normal para los valores $(V_{u,test,ce} - V_{u,cal,ce,2}) / V_{u,cal,ce,1}$.

Tratamiento estadístico de $(V_{u,test,ce} - V_{u,cal,ce,2}) / V_{u,cal,ce,1}$		
Media [kN]	Desviación estándar	$X_{1,1}$ (5% fractil de $V_{u,test,ce} / V_{u,cal,ce}$ con un nivel de confianza del 75%)
0,34	0,08	0,21

Tabla 8.4: Tratamiento estadístico de $(V_{u,test,ce} - V_{u,cal,ce,2}) / V_{u,cal,ce,1}$.

El valor característico de los valores $V_{s,test,ce} / V_{u,test,ce}$ (véase la tabla 8.3) es de 0,58. En consecuencia, el valor de diseño correspondiente al Estado Límite de Servicio de fisuración ($V_{Rd,ce,ELS}$) es el siguiente:

$$V_{Rd,ce,ELS} = 0,58 \cdot V_{Rk,ce,ELU} / \gamma_{C,ELS}$$

Siendo $\gamma_{C,ELS} = 1,0$.

8.1.2. Validación de la metodología para la comprobación del agotamiento en el lado del muro, pilote o soporte

Se han ensayado 10 probetas formadas por cubos de hormigón con un vástago empotrado, simulando la unión del vástago al muro, pilote o soporte. Se ha aplicado una carga sobre el vástago simulando el esfuerzo cortante en la unión.

Se han empleado distintos tipos, diámetros y penetraciones de vástago. Las características de las probetas ensayadas se muestran en la tabla 8.5, mientras que los resultados obtenidos se muestran en la tabla 8.6.

Dichos resultados han permitido validar la metodología empleada por el departamento técnico de Steel For Bricks GZ SL para la comprobación del agotamiento del hormigón y del vástago en el lado de la unión correspondiente al muro, pilote o soporte.

Características de las probetas ensayadas						
Número de probeta	Dimensiones de la probeta (longitud x anchura x altura) (mm)	Modelo de conector	Resistencia a compresión del hormigón en el momento del ensayo (N/mm ²)	Límite elástico del acero del vástago (N/mm ²)	Penetración del vástago en el muro (mm)	Distancia desde la aplicación de la carga hasta la cara del muro (ancho de junta / 2) (mm)
1a	500 x 250 x 500	GC-MP-20-G	26,3	930	160	15
1b	500 x 250 x 500		21,1	930		
2a	500 x 400 x 500	GC-MP30-G	26,3	1.007	215	20
2b	500 x 400 x 500		21,1	1.007		
3a	500 x 400 x 500	GC-MP-30-G	26,3	1.007	225	15
3b	500 x 400 x 500	GC-MP-30-I	21,1	781		
4a	500 x 400 x 500	GC-MP-40-G	26,3	994	270	25
4b	500 x 400 x 500	GC-MP-40-I	21,1	791		
5a	500 x 400 x 500	GC-MP-40-G	26,3	994	290	15
5b	500 x 400 x 500		21,1	994		

Tabla 8.5: Características de las probetas ensayadas.

Número de probeta	Valores obtenidos a partir de la metodología propuesta		Resultados de ensayo			Comparativa entre resultados de ensayo y valores de cálculo
	Capacidad resistente de cálculo ($V_{Rd,cálculo}$) (kN)	Cortante último ($V_{u,ensayo}$) (kN)	Desplazamiento último (d_u) (mm)	Cortante de cálculo (1) ($V_{Rd,cálculo}$) (kN)	Desplazamiento de cálculo (1) (d_d) (mm)	$(V_{u,ensayo}) / (V_{Rd,cálculo})$
1a	36,23	55,75	7,68	33,0 ~ 34,0	1,95 ~ 2,02	1,54
1b	33,22	51,69	10,86	31,0 ~ 33,0	2,23 ~ 2,40	1,56
2a	89,04	132,42	11,77	100,0 ~ 110,0	5,47 ~ 6,15	1,49
2b	81,73	107,41	12,90	60,0 ~ 70,0	3,11 ~ 3,74	1,31
3a	94,30	138,25	12,37	95,0 ~ 105,0	4,67 ~ 5,28	1,47
3b	74,17	107,44	9,21	60,0 ~ 70,0	2,51 ~ 3,05	1,45
4a	160,61	230,83	16,33	170,0 ~ 190,0	5,69 ~ 6,59	1,44
4b	127,40	199,53	14,71	90,0 ~ 120,0	3,85 ~ 5,26	1,57
5a	175,92	245,66	11,84	130,0 ~ 175,0	3,61 ~ 5,38	1,40
5b	155,02	221,38	16,64	145,0 ~ 160,0	4,99 ~ 5,61	1,43

Notas:

(1) Valores aproximados del inicio de la zona de no linealidad de la curva fuerza vs desplazamiento.

Tabla 8.6: Resultados de los ensayos de validación de la metodología para la comprobación del agotamiento en el lado del muro, pilote o soporte.

8.2. Resistencia al fuego

La resistencia al fuego de los elementos de hormigón conectados mediante conectores Geoconnect® MP, protegidos con Geoconnect® Fire de acuerdo con el apartado 2.3, se ha evaluado como R120 de acuerdo con la UNE-EN 13501-2, en base a los ensayos realizados en el DAU 15/096 de acuerdo con la UNE-EN 1365-2.

Se ensayó una muestra de las siguientes características:

- Elementos de hormigón armado (uno sustentante y otro sostenido) con un recubrimiento de las armaduras inferiores de 40 mm, unidos mediante dos conectores.
- Conectores Geoconnect® con vástago de diámetro 20 mm y acero inoxidable 1.4462.
- Un conector protegido con dos Geoconnect® Fire 2020 y el otro protegido con un Geoconnect® Fire 2020 y una pieza de lana mineral de 20 mm de espesor.

- Ancho de junta de 60 mm con una longitud inicial de vástago sin proteger de 15 mm.
- Carga aplicada correspondiente al valor de diseño de resistencia a cortante de los conectores.

Se han analizado las diferencias de uso entre Geoconnect® MP y Geoconnect® LL recogidas en el apartado 1.4 del presente DAU, las características constructivas como el ancho nominal de junta o las limitaciones de uso recogidas en el apartado 1.3, las características del vástago como dimensiones y material, así como la validez de los ensayos realizados en el DAU 15/096 para los conectores Geoconnect® MP, para concluir que la prestación se considera válida para todo el rango de conectores y soluciones constructivas de acuerdo con los criterios de proyecto recogidos en el apartado 5.3.2 del presente DAU.

9. Comisión de Expertos

Este DAU ha sido sometido a la consideración de una Comisión de Expertos, tal y como se indica en el *Reglamento del DAU* y en la Instrucción de trabajo para la elaboración del DAU.

La Comisión de Expertos ha estado constituida por representantes de distintos organismos e instituciones, que han sido seleccionados en función de sus conocimientos, independencia e imparcialidad para emitir una opinión técnica respecto al ámbito cubierto por este DAU.

La relación general de los expertos que han constituido las comisiones de expertos de los DAU puede ser consultada en la página web del ITeC itec.es.

Los comentarios y observaciones realizados por los miembros de esta Comisión han sido incorporados al texto del presente DAU.

10. Documentos de referencia

- Código Estructural (Real Decreto 470/2021 por el que se aprueba el Código Estructural, reglamentación que regula las estructuras de hormigón, de acero y mixtas de hormigón-acero, y que sustituye a la anterior Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08 y la Instrucción de Acero Estructural EAE).
- DB-SI. Seguridad en caso de incendio.
- RD 312/2005 de 2 de abril de 2005, modificado por el RD 110/2008 de 12 de febrero de 2008. Clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y resistencia frente al fuego.
- RD 105/2008 de 1 de febrero por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Decisión 2000/532/CE de 3 de mayo de 2000, que sustituye a la Decisión 94/3/CE por la que se establece una lista de residuos de conformidad con la letra a) del artículo 1 de la Directiva 75/442/CEE del Consejo relativa a los residuos y a la Decisión 94/904/CE del Consejo por la que se establece una lista de residuos peligrosos en virtud del apartado 4 del artículo 1 de la Directiva 91/689/CEE del Consejo relativa a los residuos peligrosos.
- EAD 050019-00-0301 *Dowels for Structural Joints Under Static and Quasi-static Loading*.
- EOTA TR 065 *Design of Structural Joints With Shear Dowels*.
- ETA 16/0064 Geoconnect® LL.
- ETA 10/0352 Fischer Injection System FIS VL.
- ETA 15/0239 Rebar connection with Fischer FIS VL.
- DAU 15/096. Conectores Geoconnect® LL.
- UNE-EN 1365-2: Ensayos de resistencia al fuego para elementos portantes. Parte 2: Suelos y cubiertas.
- UNE-EN 1992-1-1: Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón. Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificación.
- UNE-EN 1993-1-1: Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero. Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificios.
- UNE-EN 10025-2: Productos laminados en caliente de aceros para estructuras. Parte 2: Condiciones técnicas de suministro de los aceros estructurales no aleados.
- UNE-EN 10083-3: Aceros para temple y revenido. Parte 3: Condiciones técnicas de suministro de aceros de calidad aleados.
Anulada por UNE-EN ISO 683-2
- UNE-EN 10088-3: Aceros inoxidables. Parte 3: Condiciones técnicas de suministro para productos semiacabados, barras, alambrón, alambre, perfiles y productos calibrados de acero resistentes a la corrosión para usos generales.
- UNE-EN 12944-2: Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores. Parte 2: clasificación de ambientes (ISO 12944-2).
- UNE-EN 13501-2: Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 2: Clasificación a partir de datos obtenidos de los ensayos de resistencia al fuego excluidas las instalaciones de ventilación.

11. Evaluación de la adecuación al uso

Vistas las siguientes evidencias técnicas experimentales obtenidas durante la elaboración del DAU 15/095 siguiendo los criterios definidos en el *Procedimiento Particular de Evaluación del DAU 15/095*, elaborado por el ITeC:

- resultados de los ensayos y cálculos,
- información obtenida en las visitas de obra,
- control de producción en fábrica,
- instrucciones del montaje y ejecución del sistema,
- criterios de proyecto y ejecución del sistema,

y teniendo en cuenta la metodología prescrita por el *Reglamento del DAU*, la autorización y registro del ITeC para la concesión del DAU* y lo indicado en el apartado 5.2 del artículo 5 del *Código Técnico de la Edificación*, relativo a la evaluación de productos y sistemas constructivos innovadores, se considera que el ITeC tiene evidencias para declarar que el sistema

constructivo, ejecutado a partir del conector Geoconnect® MP, y construido de acuerdo con las instrucciones que constan en este DAU, es adecuado para la construcción de:

- uniones entre vigas o losas macizas o aligeradas - de forjado, de cubierta o de cimentación-, prelasas o forjados unidireccionales o bidireccionales, y muros, pilotes o soportes de hormigón, cuando es necesaria la transmisión de esfuerzos cortantes sin desplazamiento relativo entre ellos.

puesto que da respuesta a los requisitos reglamentarios relevantes en materia de resistencia mecánica y estabilidad, protección contra incendios, salud e higiene, así como los requisitos de durabilidad y servicio.

En consecuencia, y una vez sometido este documento a la consideración de la Comisión de Expertos y recogidos los comentarios realizados por la Comisión, el ITeC otorga el DAU al producto fabricado por Steel For Bricks GZ SL.

La validez del DAU queda sujeta a las acciones y condiciones de seguimiento que se especifican en el capítulo 12 y a las condiciones de uso del capítulo 13.

(*) El ITeC es un organismo autorizado para la concesión del DAU (BOE 94, 19 abril 2002) para productos de construcción (edificación e ingeniería civil) y está inscrito en el Registro General del CTE: <https://www.codigotecnico.org/RegistroCTE/OrganismosAutorizados.html>.

DAU 15/095
Documento
de adecuación al uso



El Director Técnico del ITeC



12. Seguimiento del DAU

El presente DAU queda sujeto a las acciones de seguimiento que periódicamente lleva a cabo el ITeC, de acuerdo con lo establecido en el *Reglamento del DAU*. El objeto de este seguimiento es comprobar que las características del producto y del sistema constructivo, así como las condiciones de puesta en obra y de fabricación, siguen siendo válidas para los usos a los que el sistema está destinado.

En caso de que existan cambios relevantes que afecten a la validez del DAU, éstos darán lugar a una nueva edición del DAU que anulará a la anterior (esta nueva edición tomará el mismo código del DAU que anula y una nueva letra de edición).

Cuando las modificaciones sean menores y no afecten a la validez del DAU, éstas se recogerán en una lista de modificaciones, que se incorporará como capítulo 14 del DAU; además, dichas modificaciones se incorporarán al texto del DAU.

El usuario del DAU debe consultar siempre la versión informática del DAU disponible en formato pdf en la página web del ITeC itec.es, para así cerciorarse de las posibles revisiones del mismo que hayan podido ocurrir durante su vigencia. Este documento es también accesible a través del código QR que consta en el sello del DAU.

13. Condiciones de uso del DAU

La concesión del DAU no supone que el ITeC sea responsable de:

- La posible presencia o ausencia de patentes, propiedad intelectual o derechos similares existentes en el producto objeto del DAU o en otros productos, ni de derechos que afecten a terceras partes o al cumplimiento de obligaciones hacia estas terceras partes.
- El derecho del titular del DAU para fabricar, distribuir, instalar o mantener el producto objeto de DAU.
- Las obras reales o partidas individuales en que se instale, se use y se mantenga el producto; tampoco es responsable de su naturaleza, diseño o ejecución.

Asimismo, el DAU nunca podrá interpretarse como una garantía, compromiso o responsabilidad del ITeC respecto a la viabilidad comercial, patentabilidad, registrabilidad o novedad de los resultados derivados de la elaboración del DAU. Es, pues, responsabilidad del titular del DAU la comprobación de la viabilidad, patentabilidad y registrabilidad del producto.

La evaluación del DAU no supone la conformidad del producto con los requisitos previstos por la normativa de seguridad y salud o de prevención de riesgos laborales, en relación con la fabricación, distribución, instalación, uso y mantenimiento del producto. Por lo tanto, el ITeC no se responsabiliza de las pérdidas o daños personales que puedan producirse debido a un incumplimiento de requisitos propios del citado marco normativo.

14. Lista de modificaciones de la presente edición

La versión informática del DAU recoge, si las hubiera, las actualizaciones, modificaciones y correcciones de la edición G del DAU 15/095, indicando para cada una de ellas su fecha de incorporación a la misma, de acuerdo con el formato de la tabla siguiente. Los cambios recogidos en la tabla se incorporan también al texto del DAU, que se encuentra disponible en la página web del Instituto, itec.es.

El usuario del DAU debe consultar siempre esta versión informática del DAU para así cerciorarse de las posibles revisiones del mismo que hayan podido ocurrir durante su vigencia.

Número	Página y capítulo	Donde decía...	Dice...
--------	-------------------	----------------	---------



**Institut de
Tecnologia de la Construcció
de Catalunya**

Wellington 19
E-08018 Barcelona
tel. 933 09 34 04
fax 933 00 48 52
qualprod@itec.cat
www.itec.es

