

# DAU

# 15/096 F

## Documento de adecuación al uso

### Denominación comercial

**Geoconnect<sup>®</sup>**  
**LL y W**

### Tipo genérico y uso

Conector para la transmisión de esfuerzos cortantes entre elementos estructurales de hormigón: losas, losas y vigas o soportes, y entre muros, creando una junta de dilatación en la unión.

### 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

F 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 15/096 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](http://itec.es) y a través del siguiente código QR).



Este documento consta de 34 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 ETE para el producto: cambios en los capítulos 5.2.2 y 8.1.1. Inclusión de referencias a las Tablas de uso del fabricante ( <i>Tablas de esfuerzo cortante resistente de cálculo de los conectores Geoconnect® LL</i> ).
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. Se ha actualizado el documento <i>Tablas de esfuerzo cortante resistente de cálculo de los conectores Geoconnect® LL</i> , aumentando el número de patrones de armado de la armadura de suspensión y optimizando los diámetros de la armadura horizontal. Inclusión de la evaluación de la resistencia al fuego.
D	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 24.11.2025.
E	28.11.2022	Actualización que afecta al conjunto del DAU, de acuerdo con: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Código Estructural (Real Decreto 470/2021).</li> <li>• ETA 16/0064 de 20.07.2022, elaborado de acuerdo con el EAD 050019-00-0301 y el TR 065</li> </ul>
F	01.03.2024	Ampliación del rango de diámetros del vástago: 18 mm y 50 mm. Incorporación de los conectores Geoconnect® W.

# Índice

1.	Descripción del sistema y usos previstos	5
1.1.	Definición del sistema constructivo	5
1.2.	Usos a los que está destinado	7
1.3.	Limitaciones de uso	8
1.4.	Diferencias de uso entre Geoconnect® MP, Geoconnect® LL y Geoconnect® W	9
2.	Componentes del sistema	10
2.1.	Componente Macho	10
2.2.	Componente Hembra	11
2.2.1.	Componente Hembra de un grado de libertad	12
2.2.2.	Componente Hembra de dos grados de libertad	13
2.3.	Geoconnect® Fire	14
2.4.	Material de relleno de la junta de dilatación	14
3.	Fabricación y control de producción	15
3.1.	Fabricación	15
3.2.	Control de producción	15
3.3.	Control de ejecución en obra	15
4.	Almacenamiento, transporte y recepción en obra	17
4.1.	Almacenamiento	17
4.2.	Transporte	17
4.3.	Control de recepción en obra	17
5.	Criterios de proyecto	18
5.1.	Criterios de diseño	18
5.1.1.	Distancia entre conectores adyacentes	18
5.1.2.	Profundidad de empotramiento	18
5.1.3.	Posición del conector	18
5.1.4.	Ancho de junta	19
5.2.	Seguridad estructural	19
5.2.1.	Prestación del conector	19
5.2.2.	Armaduras de suspensión	20
5.2.3.	Dimensionado del conector	22
5.2.4.	Vigas de borde	22
5.3.	Seguridad en caso de incendio	22
5.3.1.	Reacción al fuego	22
5.3.2.	Resistencia al fuego	23
5.4.	Higiene, salud y medio ambiente	23
5.5.	Seguridad de utilización	23
5.6.	Durabilidad	23
6.	Criterios de ejecución, de mantenimiento y conservación	24
6.1.	Criterios de ejecución	24
6.1.1.	Criterios generales de ejecución	24
6.1.2.	Secuencia de ejecución	25
6.1.3.	Colocación de armaduras de suspensión	25
6.2.	Criterios de mantenimiento o conservación	26
6.3.	Medidas para la protección del medio ambiente	26
6.3.1.	Tratamiento de residuos	26
6.3.2.	Condiciones exigibles a las empresas instaladoras	26
7.	Referencias de utilización y visitas de obra	27
7.1.	Referencias de utilización	27
7.2.	Visitas de obra	27
8.	Evaluación de ensayos y cálculos	28
8.1.	Resistencia mecánica y estabilidad	28
8.1.1.	Validación del modelo geométrico para el cálculo de las armaduras de suspensión	28
8.2.	Resistencia al fuego	30
9.	Comisión de Expertos	30

10.	Documentos de referencia	31
11.	Evaluación de la adecuación al uso	32
12.	Seguimiento del DAU	33
13.	Condiciones de uso del DAU	33
14.	Lista de modificaciones de la presente edición	34

# 1. Descripción del sistema y usos previstos

## 1.1. Definición del sistema constructivo

Los conectores Geoconnect® LL y W son dispositivos de enlace que transmiten los esfuerzos cortantes entre losas, losas y vigas o soportes, y entre muros<sup>1</sup>, creando una junta de dilatación en la unión.

La utilización de conectores Geoconnect® LL y W facilita la ejecución de la unión, que no requiere la construcción de soluciones a media madera o con doble pilar.

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

- Componente Macho: vástago de conexión y refuerzo fijo de dicho vástago.
- Componente Hembra: vaina de deslizamiento que incluye un tapón, un refuerzo fijo de la vaina y una placa perforada para clavar.

Los conectores Geoconnect® W están formados por los mismos componentes que Geoconnect® LL, pero sin incluir el refuerzo fijo:

- Componente Macho: vástago de conexión.
- Componente Hembra: vaina de deslizamiento que incluye un tapón y una placa perforada para clavar.

Los Geoconnect® WM y WH constituyen un caso intermedio entre Geoconnect® LL y Geoconnect® W ya que incorporan refuerzo fijo en el componente Macho (WM) o en el componente Hembra (WH).

Los conectores Geoconnect® LL disponen de marcado CE basado en el ETA 16/0064. El presente DAU aporta, complementariamente al marcado CE del producto, los criterios de proyecto, de ejecución, las soluciones constructivas y las condiciones relevantes que deben observarse para asegurar la idoneidad técnica del producto en obra. Los conectores Geoconnect® W y sus variantes no disponen de marcado CE.

Cuando existan requisitos de resistencia al fuego, se suministra Geoconnect® Fire, de acuerdo con el apartado 2.2.3, como un componente del conector.

La conexión entre elementos estructurales se forma mediante la introducción del vástago de conexión del componente Macho en la vaina del componente Hembra, que se encuentra embebida en uno de los elementos estructurales. A continuación, se puede proceder al hormigonado del elemento estructural en el que se encuentra el componente Macho, asegurando el recubrimiento mínimo previsto en el proyecto (de 20 mm a 30 mm).

Se presentan dos tipos de conectores Geoconnect® LL y W según los grados de libertad que admite:

- Conector de un grado de libertad: con desplazamiento del vástago en dirección axial a lo largo de la vaina y desplazamiento impedido en el plano perpendicular al eje del conector (véase la figura 1.1).

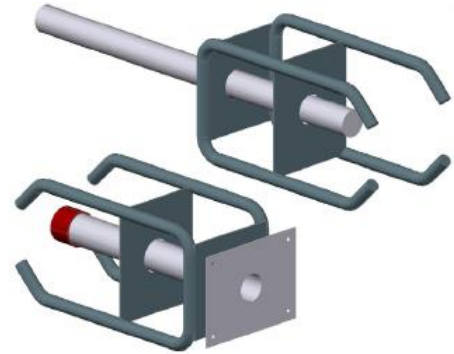


Figura 1.1: Conector Geoconnect® LL de un grado de libertad.

- Conector de dos grados de libertad (DM): desplazamiento del vástago en dirección axial a lo largo de la vaina y en una dirección en el plano perpendicular al eje del conector (véase la figura 1.2).

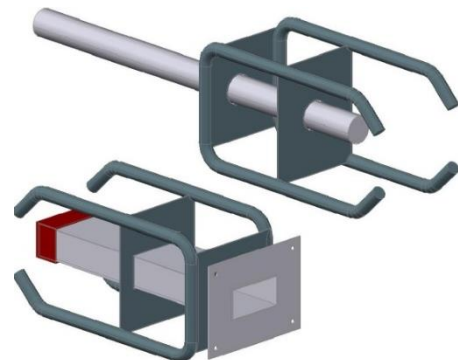
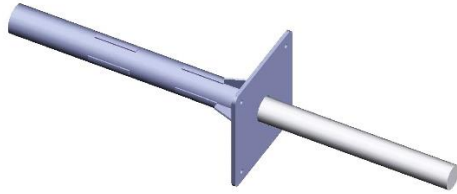


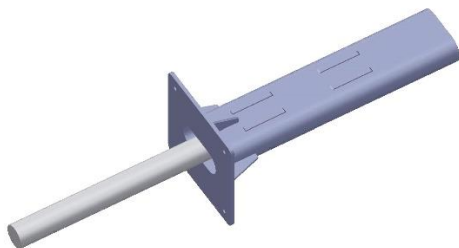
Figura 1.2: Conector Geoconnect® LL DM de dos grados de libertad.

La ausencia del refuerzo fijo en el lado del muro, pilote o soporte da lugar a los conectores Geoconnect® W y sus variantes, de uno y dos grados de libertad, que se muestran en figuras siguientes.

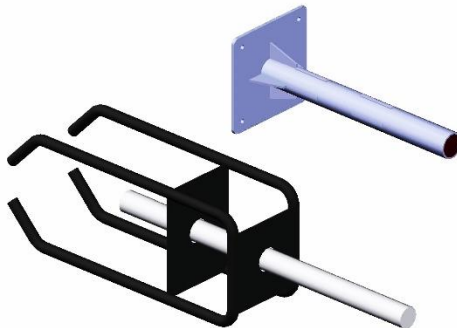
<sup>1</sup> Véase el apartado 1.2 para la relación exhaustiva de elementos estructurales unidos mediante conectores Geoconnect® LL y W.



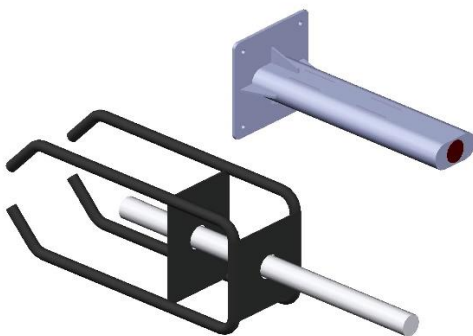
**Figura 1.3:** Conector Geoconnect® W de un grado de libertad.



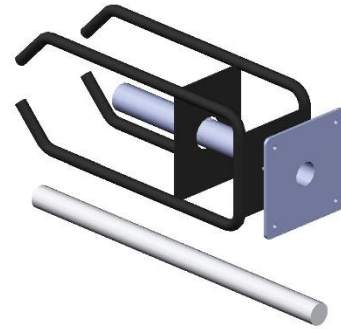
**Figura 1.4:** Conector Geoconnect® W DM de dos grados de libertad.



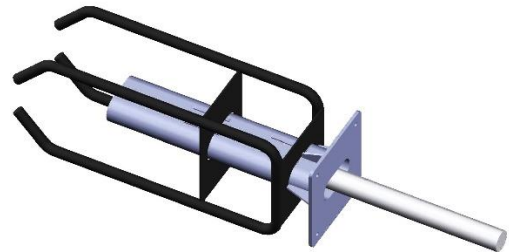
**Figura 1.5:** Conector Geoconnect® WM de un grado de libertad.



**Figura 1.6:** Conector Geoconnect® WM DM de dos grados de libertad.



**Figura 1.7:** Conector Geoconnect® WH de un grado de libertad.



**Figura 1.8:** Conector Geoconnect® WH DM de dos grados de libertad.

Las especificaciones de estos componentes se indican en los apartados 2.1 y 2.2.

Se definen dos series de conectores Geoconnect® LL y W -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).

En todas las variantes es posible emplear vainas de polipropileno o de acero inoxidable, y vástagos de acero inoxidable o acero galvanizado según las combinaciones indicadas en la tabla 1.1.

**Combinaciones posibles de vástago y vaina**

Vástago	Vaina
Acero inoxidable (1.4462)	Acero inoxidable (1.4301)
	Polipropileno
Acero galvanizado	Polipropileno

**Tabla 1.1:** Combinaciones vástago – vaina.

El refuerzo fijo del componente Macho y del componente Hembra 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® LL y W, en función del diámetro del vástago, que permiten ajustar el producto a las condiciones de carga y geometría de los elementos estructurales que conectan. A cada diámetro de conector le corresponde un color de vaina plástica (véase la tabla 4.1).

Se considera que los elementos estructurales unidos mediante conectores Geoconnect® LL y W 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.

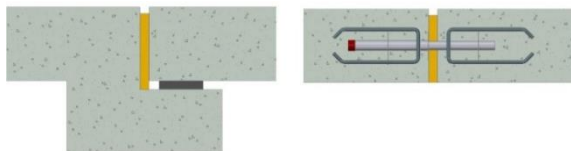
El ancho nominal de la junta (w) entre elementos constructivos para cada diámetro de conector varía entre 0 mm y 60 mm.

## 1.2. Usos a los que está destinado

Los conectores Geoconnect® LL y W se usan en juntas de dilatación entre elementos estructurales donde es necesario garantizar la transmisión -principalmente- de esfuerzos cortantes entre dichos elementos.

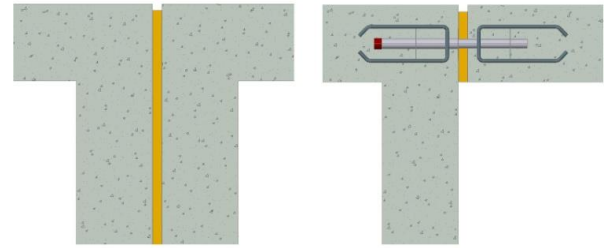
Los conectores Geoconnect® LL pueden emplearse en las uniones de los elementos estructurales siguientes:

- Entre losas macizas o aligeradas -de forjado, de cubierta o de cimentación-, prelosas o forjados unidireccionales o bidireccionales, en sustitución de las uniones a media madera. En caso de emplear viguetas prefabricadas, los conectores se ubicarán en las vigas de borde hormigonadas in situ (véase la figura 1.3).



**Figura 1.9:** Conectores Geoconnect® LL entre losas o vigas, en sustitución de soluciones a media madera.

- Entre losas o vigas y soportes, en sustitución de las soluciones con doble pilar (véase la figura 1.10).



**Figura 1.10:** Conectores Geoconnect® LL en sustitución de soluciones con doble pilar.

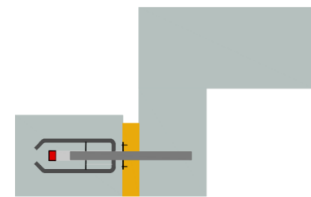
- Entre muros, en sustitución de las soluciones machihembradas (véase la figura 1.5).



**Figura 1.11:** Conectores Geoconnect® LL entre muros, en sustitución de las uniones machihembradas.

Los conectores Geoconnect® W pueden emplearse en las uniones de los elementos estructurales siguientes:

- Entre vigas, losas o forjados a muros, pilotes o soportes de hormigón.



**Figura 1.12:** Conectores Geoconnect® WH o WM -según sea el lado de la losa sustentante- para conexión de losas a distinto nivel.

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

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

- Serie G: exposición interior. Categoría de corrosividad C1<sup>2</sup> o muy baja, según la tabla 80.1.a del Código Estructural y la UNE-EN ISO 12944-2.

<sup>2</sup> 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.).

Se excluyen las categorías de corrosividad baja, media y alta (C2<sup>3</sup>, C3<sup>4</sup> y C4<sup>5</sup> 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® LL y W se pueden emplear bajo exposición al fuego cuando se instalan en combinación con Geoconnect® Fire de acuerdo con el apartado 2.2.3 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® LL y W, expresadas mediante el espesor mínimo de la losa, viga, forjado o muro.

Referencia Geoconnect® LL, W y sus variantes.	Espesor mínimo de la losa viga, forjado o muro (mm)
GC-LL/W/WM/WH-18	180
GC-LL/W/WM/WH-20	180
GC-LL/W/WM/WH-22	180
GC-LL/W/WM/WH-25	200
GC-LL/W/WM/WH-30	200
GC-LL/W/WM/WH-35	250
GC-LL/W/WM/WH-40	250
GC-LL/W/WM/WH-50	250

**Tabla 1.2:** Dimensiones de los elementos unidos mediante conectores Geoconnect® LL y W.

Los conectores de un grado de libertad con vainas de acero pueden utilizarse como elementos de estabilización entre los elementos estructurales conectados dado que la holgura entre el vástago y la vaina está limitada a 1 mm, mientras que no deben

emplearse para este uso los conectores con vainas de polipropileno.

Los conectores de dos grados de libertad no pueden emplearse como elementos de estabilización entre los elementos estructurales conectados.

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

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

<sup>3</sup> 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.).

<sup>4</sup> 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.

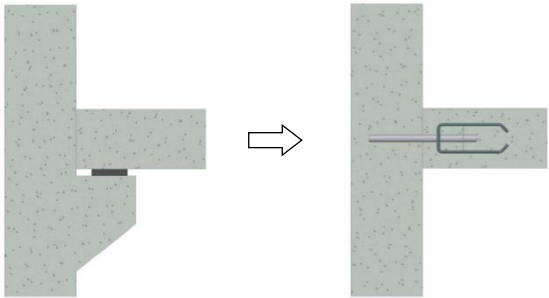
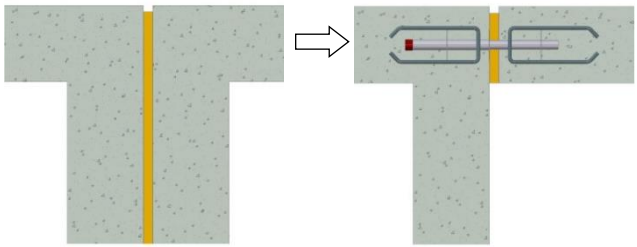
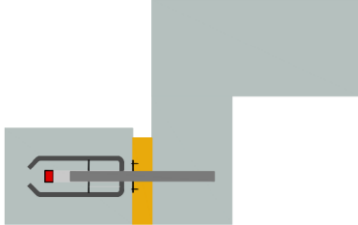
Ejemplos de ambientes típicos para una categoría de corrosividad C3 y exposición exterior en un clima templado: atmósferas urbanas e industriales, con moderada contaminación de dióxido de azufre. Áreas costeras con baja salinidad.

<sup>5</sup> 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.



### 1.4. Diferencias de uso entre Geoconnect® MP, Geoconnect® LL y Geoconnect® W

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>
Geoconnect® W	DAU 15/096	Conector para la transmisión de esfuerzos cortantes entre: vigas, losas o forjados a muros, pilotes o soportes de hormigón, creando una junta de dilatación en la unión.	 <p>(*) Ejemplo de conexión de forjados a distinto nivel mediante el conector Geoconnect® WH o WM -según sea el lado de la losa sustentante- (conexión con posibilidad de movimiento).</p>

**Tabla 1.3:** Diferencias de uso entre Geoconnect® MP, Geoconnect® LL y Geoconnect® W.

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 o W 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, al igual que sucede con los conectores Geoconnect® W.

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 o W, y deben tomarse las prestaciones declaradas en el DAU 15/096.

## 2. Componentes del sistema

### 2.1. Componente Macho

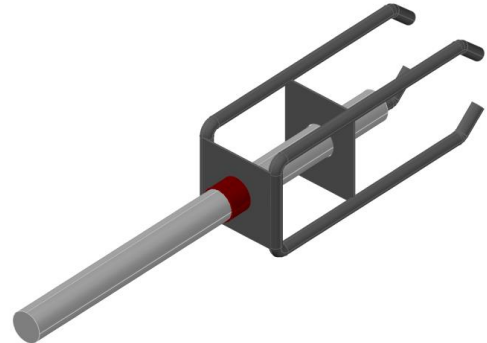
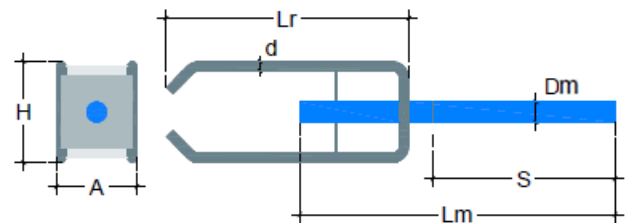


Figura 2.1: Componente Macho.

Las dimensiones del componente Macho son las mismas para Geoconnect® LL y para Geoconnect® W y sus variantes, excepto el saliente (longitud del vástago que sobresale del borde del elemento estructural).

El saliente para Geoconnect® LL es un parámetro que depende del recubrimiento requerido para la armadura de refuerzo (véase la tabla 2.1), mientras que el saliente para Geoconnect® W y sus variantes WH y WM, se define en proyecto en función del ancho de junta previsto, para asegurar que la longitud de penetración sea la misma en ambos lados de la unión (véase el apartado 5.1.2). La marca de color en el vástago no es una referencia aplicable para Geoconnect® W porque la posición del vástago se ajusta en obra de acuerdo con la junta de dilatación prevista en el proyecto.



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

Figura 2.2: Dimensiones del componente Macho.

Dimensiones del componente Macho para Geoconnect® LL (mm)							
Referencia	Vástago			Refuerzo			
	D <sub>m</sub>	L <sub>m</sub>	S <sup>(1)</sup>	d	L <sub>r</sub>	H	A
GC-LL-18	18	300	180	10	210	110	85
GC-LL-20	20	320	190	10	260	110	85
GC-LL-22	22	350	205	10	260	110	85
GC-LL-25	25	390	225	12	300	125	100
GC-LL-30	30	450	255	12	300	125	100
GC-LL-35	35	520	290	16	350	140	120
GC-LL-40	40	580	320	16	350	140	120
GC-LL-50	50	710	385	20	400	175	150

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

**Tabla 2.1:** Dimensiones del componente Macho de Geoconnect® LL.

Dimensiones del componente Macho de Geoconnect® W, WM y WH (mm)																												
Referencia	Vástago		S en función del ancho de junta (j) (mm)													Refuerzo												
	D <sub>m</sub>	L <sub>m</sub>														d	L <sub>r</sub>	H	A									
																	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
GC-WWM/WH-18	18	300	150	152,5	155	157,5	160	162,5	165	167,5	170	172,5	175	177,5	180	10	210	110	85									
GC-WWM/WH-20	20	320	160	162,5	165	167,5	170	172,5	175	177,5	180	182,5	185	187,5	190	10	260	110	85									
GC-WWM/WH-22	22	350	175	177,5	180	182,5	185	187,5	190	192,5	195	197,5	200	202,5	205	10	260	110	85									
GC-WWM/WH-25	25	390	195	197,5	200	202,5	205	207,5	210	212,5	215	217,5	220	222,5	225	12	300	125	100									
GC-WWM/WH-30	30	450	225	227,5	230	232,5	235	237,5	240	242,5	245	247,5	250	252,5	255	12	300	125	100									
GC-WWM/WH-35	35	520	260	262,5	265	267,5	270	272,5	275	277,5	280	282,5	285	287,5	290	16	350	140	120									
GC-WWM/WH-40	40	580	290	292,5	295	297,5	300	302,5	305	307,5	310	312,5	315	317,5	320	16	350	140	120									
GC-WWM/WH-50	50	710	355	357,5	360	362,5	365	367,5	370	372,5	375	377,5	380	382,5	385	20	400	175	150									

**Tabla 2.2:** Dimensiones del componente Macho de Geoconnect® W, WM y WH.

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 2.3:** 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 de Geoconnect® LL se suministra con el vástago soldado al refuerzo fijo, mientras que en

el componente Macho de Geoconnect® WM se suministra el vástago desvinculado del refuerzo fijo.

## 2.2. Componente Hembra

Materiales del componente Hembra		
Característica	Norma	Material
Vaina y placa perforada	EN 10088-3	Acero X5CrNi18-10 (1.4301)
	---	Polipropileno
Refuerzo fijo	Tabla 34.2.a del Código Estructural	B 500 S

**Tabla 2.4:** Tipo de acero del componente Hembra.

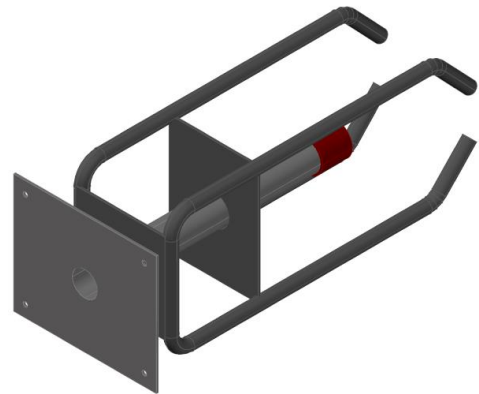
Las cartelas están formadas por planchas de 1,5 mm de espesor de acero S235 según UNE-EN 10025-2 y pueden incorporar un recubrimiento epoxi de un espesor medio de 100 µm y un espesor mínimo de 80 µm, de color granate.

Las características nominales del polipropileno homopolímero con un 20% en peso de carga mineral que constituye la vaina y la placa perforada de material plástico se indican en la tabla 2.5.

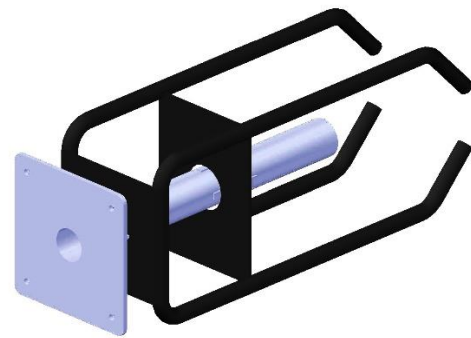
Características nominales del material plástico de la vaina y placa perforada		
Característica	Prestación	Norma
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	1,04	EN ISO 1183
Índice de fluidez en masa (g / 10 min)		
- (230 °C / 2,16 kg)	16	EN ISO 1133
- (230 °C / 5,0 kg)	67	EN ISO 1133
Módulo en tracción (MPa)	2.600	EN ISO 527-1 EN ISO 527-2
Resistencia a tracción (50 mm/min) (MPa)	33	EN ISO 527-1 EN ISO 527-2
Módulo en flexión (MPa)	2.700	EN ISO 178
Resistencia al impacto Charpy (kJ/m <sup>2</sup> )		
- Sin entalla (23 °C, tipo 1, de canto)	32	EN ISO 179
- Sin entalla (0 °C, tipo 1, de canto)	18	EN ISO 179
- Con entalla tipo A (23 °C, tipo 1, de canto)	2,5	EN ISO 179
- Con entalla tipo A (0 °C, tipo 1, de canto)	1,5	EN ISO 179
Dureza (hendidura de bola H 358/30) (MPa)	90,0	ISO 2039-1
Temperatura de flexión bajo carga B (0,45 MPa; no recocido) (°C)	115	EN ISO 75-1 EN ISO 75-2
Temperatura de flexión bajo carga A (1,80 MPa; no recocido) (°C)	65	EN ISO 75A-1, -2

**Tabla 2.5:** Características nominales del material plástico utilizado en la vaina y placa perforada.

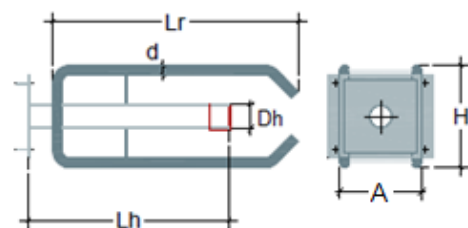
## 2.2.1. Componente Hembra de un grado de libertad



**Figura 2.3:** Componente Hembra con vaina de acero inoxidable y un grado de libertad.



**Figura 2.4:** Componente Hembra con vaina de polipropileno y un grado de libertad.



- |       |                               |       |                            |
|-------|-------------------------------|-------|----------------------------|
| $D_h$ | Diámetro interior de la vaina | $d$   | Diámetro del refuerzo fijo |
| $L_h$ | Longitud de la vaina          | $L_r$ | Longitud del refuerzo fijo |
|       |                               | $H$   | Alto del refuerzo          |
|       |                               | $A$   | Ancho del refuerzo         |

**Figura 2.5:** Componente Hembra de un grado de libertad.

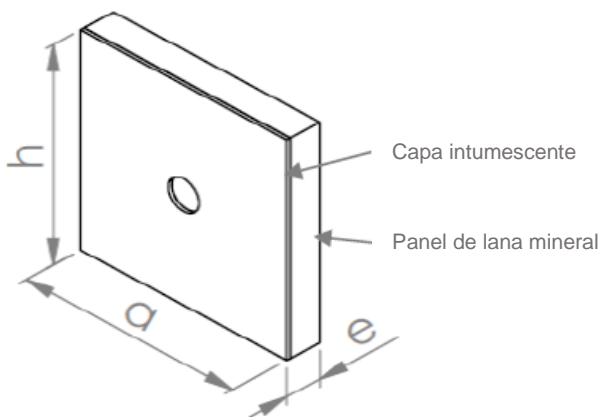


Dimensiones de la placa para clavar en el componente Hembra de dos grados de libertad (mm)				
Referencia	Vaina inoxidable		Vaina polipropileno	
	Anchura	Altura	Anchura	Altura
GC-LL/W/WM/WH-18 DM	90	90	90	90
GC-LL/W/WM/WH-20 DM				
GC-LL/W/WM/WH-22 DM				
GC-LL/W/WM/WH-25 DM				
GC-LL/W/WM/WH-30 DM				
GC-LL/W/WM/WH-35 DM	120	120	120	120
GC-LL/W/WM/WH-40 DM				
GC-LL/W/WM/WH-50 DM				

**Tabla 2.9:** Dimensiones de la placa para clavar en el componente Hembra de dos grados de libertad para Geoconnect® LL DM; W DM; WM DM y WH DM.

### 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 2.9. Las especificaciones técnicas de Geoconnect® Fire han sido identificadas y conservadas por el ITeC.



**Figura 2.9:** Geoconnect® Fire.

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

**Tabla 2.10:** Dimensiones de Geoconnect® Fire.

### 2.4. Material de relleno de la junta de dilatación

Como material relleno de la junta de dilatación se pueden utilizar materiales comúnmente empleados en juntas de dilatación (planchas de poliestireno expandido, masillas asfálticas, etc.). Steel For Bricks GZ SL no suministra la junta de dilatación.

## 3. Fabricación y control de producción

### 3.1. Fabricación

Los elementos que forman el componente Macho y el componente Hembra (barra de acero del vástago, refuerzo fijo, vainas 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, junto con la vaina y el refuerzo fijo del componente Hembra se ensamblan en fábrica.

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

- GC LL/W/WM/WH xx II; GC LL/W/WM/WH xx IP, GC LL/W/WM/WH xx G.

Con el significado siguiente:

- GC LL: conector Geoconnect® LL; GC W: conector Geoconnect® W; GC WM: conector Geoconnect® WM; GC WH: conector Geoconnect® WH.
- xx: diámetro del vástago en milímetros (véanse las tablas 2.1 y 2.2).
- II, IP o G: material utilizado en la combinación vástago-vaina según: II: vástago y vaina en acero inoxidable; IP: vástago en acero inoxidable y vaina en polipropileno; G: vástago en acero galvanizado y vaina en polipropileno (véase la tabla 1.1).

Se añadirán las siglas DM al final de la descripción cuando se trate de conectores de dos grados de libertad. Ejemplo: GC LL xx II DM.

### 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:

<b>Controles de ejecución en obra</b>			
<b>Característica</b>	<b>Método de control</b>	<b>Criterio de aceptación</b>	<b>Número de muestras</b>
Compatibilidad dimensional: - Espesor mínimo de losa, viga o forjado. - Ancho compatible (conexión entre vigas) - Recubrimientos laterales - Separación entre barras - Dimensiones de vástago y vaina	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: - Geoconnect® LL: ajuste de la posición de las marcas de código de color con el proyecto - Geoconnect® W/WM/WH: ajuste de la posición del vástago a la distancia consignada en 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 <sup>2</sup> /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® LL 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® LL, W y sus variantes se lleva a cabo en cajas de distintos tamaños según el modelo y la cantidad solicitada.

Los componentes Macho y Hembra de los conectores Geoconnect® LL y los componentes Hembra de los conectores Geoconnect® WH se suministran montados. Los componentes Macho de los conectores Geoconnect® WM se suministran con el vástago desvinculado del refuerzo fijo.

### 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:

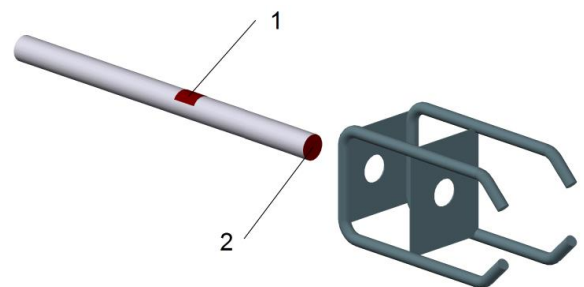
- No se admitirán dobleces, defectos superficiales o desviaciones geométricas en los vástagos.
- Se deberá presentar documentación del fabricante conforme a que el producto suministrado es el especificado.
- Comprobación visual de que el diámetro del conector suministrado corresponde con el solicitado.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

Códigos de color para los vástagos y vainas de polipropileno	
Referencia	Color
GC-LL/W/WM/WH-18	Magenta
GC-LL/W/WM/WH-20	Rojo
GC-LL/W/WM/WH-22	Negro
GC-LL/W/WM/WH-25	Azul
GC-LL/W/WM/WH-30	Morado
GC-LL/W/WM/WH-35	Verde
GC-LL/W/WM/WH-40	Naranja
GC-LL/W/WM/WH-50	Rosa

**Tabla 4.1:** Códigos de color para los vástagos y vainas de polipropileno.

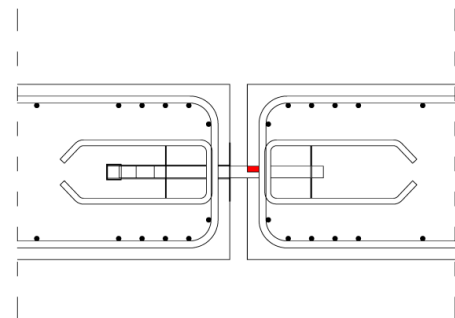
Para los conectores Geoconnect® LL:

- 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 (marca núm. 1 en la figura 4.1) e indica la distancia a respetar para recubrimiento (véase la figura 4.2). El componente Macho se entrega a la obra con el vástago soldado al refuerzo fijo, de modo que el vástago ya está posicionado en relación con dicho refuerzo.
- Las vainas de polipropileno también incorporan este código de color, mientras que las vainas de acero inoxidable la incorporan en las etiquetas que llevan adheridas.



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.



**Figura 4.2:** Marca con código de color en la conexión entre losas para Geoconnect® LL.

Para los conectores Geoconnect® W y sus variantes:

- La referencia al código de color en el vástago no aplica, porque la posición del vástago se ajusta en obra de acuerdo con la junta de dilatación prevista en el proyecto (véase la tabla 2.2).

## 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 distancia 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  $0,67 \cdot e/h$ ,
- 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 máxima de empotramiento del vástago en la losa, forjado, viga o soporte corresponde con la dimensión Saliente (S) indicada en las tablas 2.1 y 2.2 menos el ancho de junta (w) previsto.

La profundidad mínima de empotramiento del vástago en la vaina para cada referencia de conector en función del ancho de junta (w) se indica en las tablas siguientes en función del tipo de conector. La profundidad de empotramiento será como mínimo 5 veces el diámetro del vástago ( $D_m$ ) para el ancho de junta máximo. Aplica

por igual a los conectores Geoconnect® LL, W y sus variantes de uno y de dos grados de libertad.

Profundidad mínima de empotramiento vástago – vaina para los conectores Geoconnect® LL (mm)							
Referencia	Ancho de junta (w) (mm)						
	0	10	20	30	40	50	60
GC-LL-18	180	170	160	150	140	130	120
GC-LL-20	190	180	170	160	150	140	130
GC-LL-22	205	195	185	175	165	155	145
GC-LL-25	225	215	225	235	245	255	165
GC-LL-30	255	245	235	225	215	205	195
GC-LL-35	290	280	270	260	250	240	230
GC-LL-40	320	310	300	290	280	270	260
GC-LL-50	385	375	365	355	345	335	325

**Tabla 5.1:** Profundidad mínima de empotramiento vástago – vaina para los conectores Geoconnect® LL.

Profundidad mínima de empotramiento vástago – vaina para los conectores Geoconnect® W, WM y WH (mm)							
Referencia	Ancho de junta (w) (mm)						
	0	10	20	30	40	50	60
GC-W/WM/WH-18	150	145	140	135	130	125	120
GC-W/WM/WH-20	160	155	150	145	140	135	130
GC-W/WM/WH-22	175	170	165	160	155	150	145
GC-W/WM/WH-25	195	190	185	180	175	170	165
GC-W/WM/WH-30	225	220	215	210	205	200	195
GC-W/WM/WH-35	260	255	250	245	240	235	230
GC-W/WM/WH-40	290	285	280	275	270	265	260
GC-W/WM/WH-50	355	350	345	340	335	330	325

**Tabla 5.2:** Profundidad mínima de empotramiento vástago – vaina para los conectores Geoconnect® W, WM y WH.

La profundidad de empotramiento de los conectores Geoconnect® W y sus variantes se define en proyecto y se ajusta durante su instalación en obra. Esta profundidad depende del ancho de junta y se define con objeto de asegurar que dicha profundidad sea la misma en ambos lados de la junta. Este dato permitirá que la resistencia a compresión local sea la misma en ambos lados del conector.

#### 5.1.3. Posición del conector

El espesor mínimo de las losas donde se ubicará el conector se indica en la tabla 1.2 en función de la dimensión del conector.

Los conectores se deben disponer en el centro geométrico del elemento a unir de menor canto. En caso contrario, el espesor del elemento a utilizar en los cálculos corresponderá al doble de la distancia desde el

conector a la cara de hormigón más próxima, ya sea la cara superior o la inferior.

En caso de losas formadas a partir de pre-losas, 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 el uso de conectores superpuestos en 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. Ancho de junta

El valor del ancho de junta a emplear en los cálculos ( $w$ ) se determina del siguiente modo:

$$w = w_0 + \Delta w_s + \Delta w_d + \Delta w_r$$

Donde:

$w_0$ : ancho constructivo nominal.

$\Delta w_s$ : incremento en el ancho de la junta bajo el efecto de la combinación de acciones consideradas en la verificación.

$\Delta w_d$ : incremento en el ancho de la junta bajo el efecto de las deformaciones diferidas debidas a retracción y temperatura. Cuando los efectos de esas acciones se contabilicen mediante un valor fijo, dicho incremento se tomará igual a 5 mm, en otros casos dicho incremento se tomará cero y las correspondientes deformaciones se incluirán en  $\Delta w_s$ .

$\Delta w_r$ : incremento que tiene en cuenta las incertidumbres inherentes a los esfuerzos compartidos entre los conectores en caso de componentes rígidos. Se toma igual a cero cuando uno de los elementos a unir es una losa, en el resto de casos se considerará la mitad del diámetro del vástago.

## 5.2. Seguridad estructural

### 5.2.1. Prestación del conector

La prestación del conector se expresará mediante el esfuerzo cortante resistente máximo en la unión. Dicho valor es el menor entre los obtenidos de la comprobación de los siguientes modos de agotamiento, relevantes en función del elemento estructural (véase la tabla 5.3).

Referencia	Elemento estructural	Modos de agotamiento
Geoconnect® LL	Losa, viga o forjado	Flexión de borde
	Vástago	Cortante combinado con momento flector
Geoconnect® W/WM/WH	Losa, viga o forjado	Flexión de borde
	Vástago	Cortante combinado con momento flector
	Muro, pilote o soporte de hormigón	Plastificación del vástago o compresión local del hormigón

**Tabla 5.3:** Modos de agotamiento en función del elemento estructural para los conectores Geoconnect® LL, W, WM y WH.

- En 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 de hormigón:
  - Agotamiento por plastificación del vástago o por compresión local del hormigón. Esta comprobación se lleva a cabo mediante un modelo de la unión en la que se 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.

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.

Steel For Bricks GZ SL proporciona a los técnicos estructuristas los valores resistentes tabulados de los conectores Geoconnect® LL, a través de los documentos siguientes:

- *Tablas de esfuerzo cortante resistente de cálculo de los conectores Geoconnect® LL.*
- *Tablas de esfuerzo cortante resistente de cálculo de los conectores Geoconnect® W.*

Estas tablas han sido calculadas por el Departamento Técnico de Steel For Bricks GZ SL; el ITeC ha revisado la coherencia de los datos de entrada y la metodología utilizada con la definición del producto y con los criterios de proyecto que se establecen en el presente DAU 15/096.

La versión vigente de estas tablas de uso queda registrada en el Registro del ITeC y se encuentra disponible en la página web del ITeC [itec.es](http://itec.es), junto al presente DAU 15/096.

### 5.2.2. Armaduras de suspensión

Las armaduras de suspensión dispuestas a ambos lados del vástago tienen como objetivo asegurar la transmisión de esfuerzo 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, para conectores con uno o dos grados de libertad, 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.

$$V_{Rd,ce1} = X_1 \cdot \sum \Psi_i \cdot A_s \cdot f_{yk} / \gamma_{c,ELU}$$

$X_1$ : coeficiente específico para este conector, siendo  $X_{1,1}$  para conectores de un grado de libertad y  $X_{1,2}$  para conectores de dos grados de libertad.

En este caso  $X_1 = X_{1,1} = X_{1,2} = 0,21$  (véase el apartado 8.1.1).

$\Psi_i$ : 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 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:

$$\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0$$

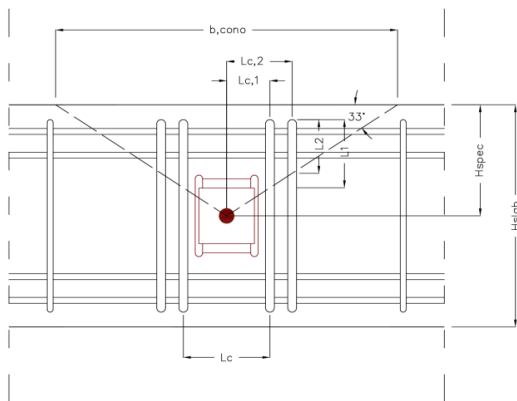
$$f_{ctd} = f_{ctk;0,05} / \gamma_{c,ELU} = 0,7 \cdot f_{ctm} / \gamma_{c,ELU}$$

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

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

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

- La disposición de las armaduras de suspensión a ambos lados del vástago responde al modelo geométrico indicado en la figura 5.1.



**Figura 5.1:** 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 ( $h_{\text{cono}} = h_{\text{losa}} / 2$ ).
- El ángulo de inclinación de las bielas de hormigón es  $33^\circ$  ( $b_{\text{cono}} = (2 \cdot h_{\text{cono}}) / \tan 33^\circ$ ).
- 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 ( $0,5 \cdot db + ds$ ).

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 o 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 de fisuración ( $V_{Rd,ce,ELS}$ ) para el agotamiento por flexión de borde, independientemente de si se trata de un conector con uno o dos grados de libertad, 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.

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

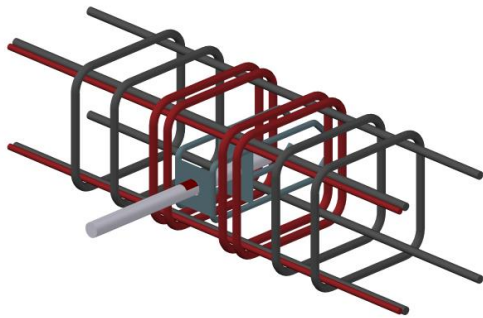
$V_{Rk,ce,ELU}$ : valor característico de la resistencia frente agotamiento por flexión de borde en Estado Límite Último.

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

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

El modelo geométrico de disposición de armaduras de suspensión a ambos lados del vástago mostrado en la figura 5.1 es válido para Geoconnect® LL y W. La ausencia del refuerzo fijo en Geoconnect® W implica la reducción de la resistencia frente agotamiento por flexión de borde del conector obtenida según el modelo, mediante la resta de la contribución a dicha resistencia de la armadura del refuerzo fijo.

**Figura 5.2:** Disposición de los estribos de la armadura de suspensión y armadura de la viga de borde. Vista tridimensional.



**Figura 5.4:** Disposición de los cercos de la armadura de suspensión y armadura de la viga de borde. Vista tridimensional.

**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. 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)
- $V_{Sd,s} \leq V_{Rd,s}$  (ELS)
- $V_{Sd,a} \leq V_{Rd,a}$  (ELU en situación accidental)

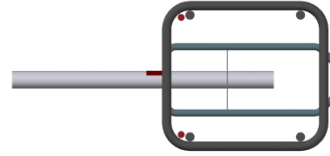
La primera desigualdad debe comprobarse en todos los casos, la segunda desigualdad únicamente en casos en los que la fisuración de la losa o forjado es perjudicial (por ejemplo: por presencia de pavimentos continuos). La tercera sólo aplica en situaciones accidentales.

Los valores de  $V_{Rd,s}$  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 de 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 apartado 4.2.2 del DB-SE del CTE.
- Estados Límite de Servicio:  
 Coeficientes parciales de seguridad de las acciones según la tabla 4.1 del DB-SE del CTE.

**Figura 5.3:** Disposición de armaduras de suspensión con estribos. Alzado.



**Figura 5.5:** Disposición de armaduras de suspensión con cercos. Alzado.

Las combinaciones de acciones para las situaciones de proyecto persistentes y transitorias se definirán de acuerdo con los criterios del apartado 4.2.2 del DB-SE del CTE.

**5.2.4. 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:

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

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.

**5.3. Seguridad en caso de incendio**

**5.3.1. Reacción al fuego**

Los únicos componentes de los conectores Geoconnect® LL y W que pueden quedar expuestos a los efectos del fuego son el vástago y la vaina.

El vástago -ya sea de acero inoxidable o acero aleado galvanizado- se clasifica A1 sin necesidad de ensayo al estar fabricado 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.

La clasificación de la vaina de polipropileno es F. La vaina de acero inoxidable se clasifica A1 sin necesidad de ensayo al igual que el vástago.

### 5.3.2. Resistencia al fuego

La resistencia al fuego, expresada mediante el criterio de capacidad portante, de los elementos constructivos unidos mediante conectores Geoconnect® LL y W 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 las losas de hormigón.

Se deberán considerar las siguientes condiciones:

- Conector de un grado de libertad.
- Conectores con carga menor o igual a los valores de diseño de la resistencia a cortante de acuerdo con este DAU 15/096, 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 de 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® LL y W, 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® LL y W 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® LL y W 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® LL y W 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® LL y W. 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® LL y W se suministran a la obra con las características del vástago (tipo, longitud y diámetro) y refuerzo fijo definidas en el proyecto.

El componente Macho de Geoconnect® LL se suministra con el vástago soldado al refuerzo fijo, mientras que en el componente Macho de Geoconnect® WM se suministra el vástago desvinculado del refuerzo fijo, de modo que debe ajustarse en obra según las indicaciones del proyecto.

##### 6.1.1.1. Medios humanos y materiales necesarios para la construcción

El posicionamiento y atado del conector Geoconnect® LL y W 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.

##### 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 los elementos estructurales 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

- Encofrar el elemento estructural (losa, viga o forjado, etc.) en el que se prevé colocar los componentes Hembra. A continuación, fijar los componentes Hembra al encofrado con clavos colocados a través de los orificios de la placa perforada de los componentes Hembra.

La colocación de los componentes Hembra cuando no existe refuerzo fijo (Geoconnect® W) se realiza igualmente mediante el clavado de la placa perforada al encofrado.

- Colocar las armaduras del elemento estructural.

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® LL y W.

A continuación, se colocan las armaduras de suspensión a ambos lados del conector, necesarias para la correcta transmisión de esfuerzos.

- Verter y vibrar el hormigón en el elemento estructural.
- Retirar el encofrado del frontal del elemento estructural cuando el hormigón haya endurecido y colocar el material de relleno de la junta de dilatación.

Introducir los vástagos de los componentes Macho en las vainas de los componentes Hembra a las profundidades especificadas en los planos de la estructura. La marca de color en el vástago indica la penetración del vástago en la vaina para los conectores Geoconnect® LL, mientras que no es una referencia para los conectores Geoconnect® WW (véase el apartado 4.3). Ambos datos se definen en los planos de la estructura.

- Encofrar el elemento estructural (losa, viga o forjado, etc.) en el que se colocan los componentes Macho.
- Colocar las armaduras del elemento estructural.

Puede que sea necesario modificar la posición de los estribos de dicha armadura para evitar interferencias con los vástagos o refuerzos del conector Geoconnect® LL o W, al igual que sucede con la armadura de borde del elemento estructural que aloja a los componentes Hembra.

A continuación, se colocan las armaduras de suspensión a ambos lados del conector, necesarias para la correcta transmisión de esfuerzos.

- Verter y vibrar el hormigón en el elemento estructural.

### 6.1.3. Colocación de armaduras de suspensión

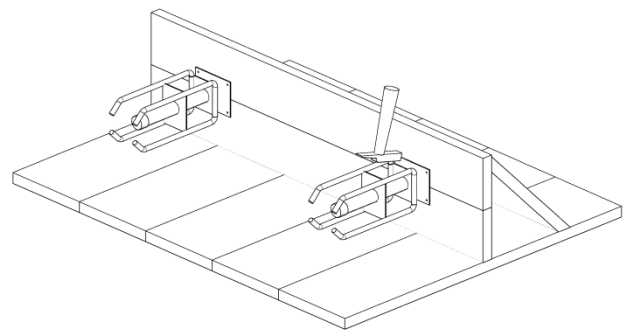
Se debe prestar especial atención a la correcta colocación de las armaduras de suspensión a los lados

del conector Geoconnect® LL, W y en ambos elementos estructurales a unir.

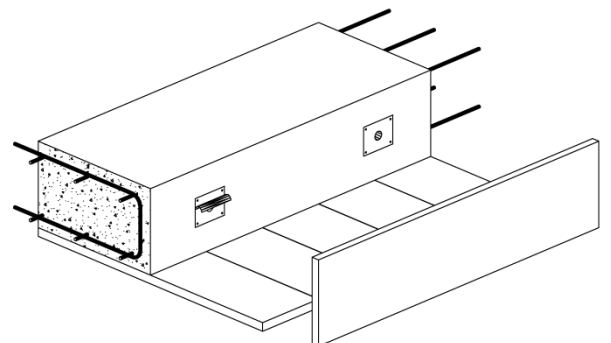
La distancia entre las armaduras, así como la distancia entre las armaduras y el vástago, debe responder a las indicaciones de los planos del Proyecto, que se debe determinar de acuerdo con el modelo geométrico indicado en el apartado 5.2.2 del DAU.

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

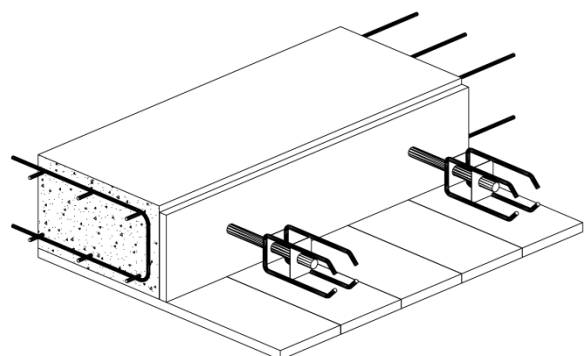
No se admiten cercos o estribos inclinados respecto a la vertical.



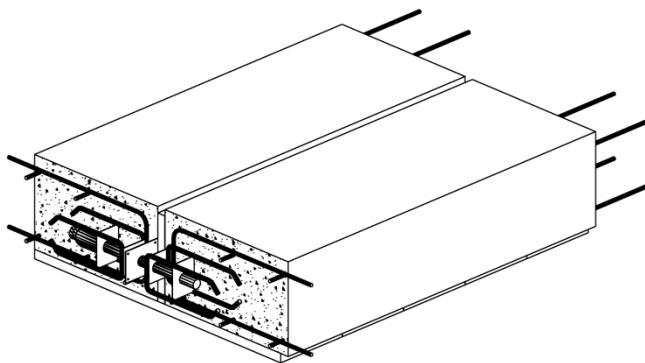
1. Encofrar el elemento estructural y fijar los componentes Hembra al encofrado. Colocar el resto de armaduras.



2. Verter y vibrar el hormigón, retirar al encofrado del frontal del elemento estructural.



3. Introducir los vástagos de los componentes Macho en las vainas de los componentes Hembra.



4. Encofrar el elemento estructural en el que se colocan los componentes Macho, colocar el resto de armaduras y verter y vibrar el hormigón.

**Nota:**

La secuencia de ejecución de los conectores Geoconnect® LL mostrada en estas figuras es aplicable a los conectores Geoconnect® W. La ausencia del refuerzo fijo en uno o ambos lados de la unión en los conectores Geoconnect® W no modifica la secuencia de ejecución.

**Figura 6.1:** Secuencia de ejecución.

## 6.2. Criterios de mantenimiento o conservación

El mantenimiento de las estructuras unidas mediante conectores Geoconnect® LL y W 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® LL y W 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® LL y W 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.

De acuerdo con la Decisión 2000/532/CE y sus modificaciones, que establece 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® LL y W.

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® LL y W	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® LL y W 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® LL y W se llevan instalando desde mayo de 2013.

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

- Palacio de Justicia de La Rioja. C/Marqués de Murrieta. Logroño.
- 34 viviendas. C/Almansa. Pozuelo de Alarcón. (Madrid).
- Almacén automatizado SIBCO-Mega Plant-Jeddah. Arabia Saudí.
- Lonja Puerto Riera. Plaza da Lonxa. Ribeira. (A Coruña).
- Almacén automatizado. RCR Engineering. Bolivia.
- Hospital de Vigo Álvaro Cunqueiro. Estrada Clara Campoamor. Parroquia de Beade. Vigo. (Pontevedra).
- 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).
- Palacio de Formación y Congresos de Fuerteventura Los Pozos. Paseo marítimo de Puerto Rosario. Fuerteventura. (Gran Canaria).
- Reconstrucción y ampliación de edificio de 97 viviendas. Residencial San Mateo. Avenida Juan Carlos I. Lorca. (Murcia).
- 33 viviendas. Mosquera. (Málaga).
- 117 viviendas. Paseo Urumea. San Sebastián-Donostia. (Guipúzcoa).
- 14 viviendas. Edificio La Bastica. Vitoria-Gasteiz.
- 284 viviendas. Ensanche de Vallecas. Madrid.
- Nueva sede del Banco Popular. C/Juan Ignacio Luca de Tena. Madrid.
- 149 viviendas. Ensanche de Vallecas. Madrid.
- 47 viviendas. Plan parcial Roza Martín. Majadahonda. (Madrid).
- Biodomo. Parque de las Ciencias de Granada. C/Profesor Agustín Escribano. Granada.

### 7.2. Visitas de obra

Se ha efectuado un muestreo de obras realizadas con Los conectores Geoconnect® LL y W, 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 15/096*.

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® LL y W en relación con el cumplimiento del *Procedimiento Particular de evaluación del DAU 15/096*.

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 15/096*.

### 8.1. Resistencia mecánica y estabilidad

Se han llevado a cabo ensayos con el objetivo de validar el modelo geométrico que permite calcular la prestación de la losa frente al modo de fallo de las armaduras de suspensión.

#### 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 050019-00-0301<sup>6</sup> de marzo de 2019 sobre conectores de uno y dos grados de libertad, y 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.

Características de las probetas ensayadas

Número de probeta	Modelo de conector	Resistencia del hormigón en el momento del ensayo (N/mm <sup>2</sup> )	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.

<sup>6</sup> 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.

Resultados de ensayo. Agotamiento por flexión de borde						
Número de probeta	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.

Evaluación de resultados							
Número de probeta	Estado límite último (ELU)				Estado límite de servicio (ELS)		
	Cortante obtenido del ensayo en ELU ( $V_{u,test,ce}$ ) [kN]	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)  $V_{u,cal,ce,2} = \pi \cdot d_s \cdot \sum l_{1,i} \cdot 2,25 \cdot 0,3 \cdot (f_{cm,test,i} - 8 \text{ MPa})^{2/3}$

Tabla 8.3: Evaluación de los resultados.

La tabla 8.4 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	$X_1$ (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 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  $\gamma_{C,ELS} = 1,0$ .

## 8.2. Resistencia al fuego

La resistencia al fuego de los forjados de hormigón armado compuestos por losas conectadas mediante conectores Geoconnect® LL, protegidos con Geoconnect® Fire de acuerdo con el apartado 2.2.3, ha sido ensayada de acuerdo con la UNE-EN 1365-2 y tienen una clasificación R120 de acuerdo con la UNE-EN 13501-2.

Se ensayó una muestra de las siguientes características:

- Losas de hormigón armado (una sustentante y otra sostenida) con un recubrimiento de las armaduras inferiores de 40 mm, unidas mediante dos conectores.
- Conectores Geoconnect® GC-LL-20 IP: vástago de diámetro 20 mm y acero inoxidable (1.4462 y vaina de polipropileno de un grado de libertad.
- 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 sobre las losas correspondiente al valor de diseño de resistencia a cortante de los conectores.

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.

## 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](http://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.
- 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.
- 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.
- 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.
- DAU 15/095. Conectores Geoconnect® MP.
- EN ISO 527-1: Plásticos. Determinación de las propiedades en tracción. Parte 1: Principios generales.
- EN ISO 527-2: Plásticos. Determinación de las propiedades en tracción. Parte 2: Condiciones de ensayo de plásticos para moldeo y extrusión.
- EN ISO 1133: Plásticos. Determinación del índice de fluidez de materiales termoplásticos, en masa (MFR) y en volumen (MVR).
- ISO 2039-1: Plastics. Determination of hardness. Part 1: Ball indentation method.
- 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, alambón, 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.
- UNE-EN ISO 179: Plásticos. Determinación de las propiedades al impacto Charpy.
- UNE-EN ISO 683-2: Aceros para tratamiento térmico, aceros aleados y aceros de fácil mecanización. Parte 2: Aceros aleados para temple y revenido.

## 11. Evaluación de la adecuación al uso

Vistas las siguientes evidencias técnicas experimentales obtenidas durante la elaboración del DAU 15/096 siguiendo los criterios definidos en el *Procedimiento Particular de Evaluación del DAU 15/096*, 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 de los conectores Geoconnect® LL y W, y construido de acuerdo con las

instrucciones que constan en este DAU, es adecuado para la construcción de:

- uniones entre losas macizas o aligeradas -de forjado, de cubierta o de cimentación-, prelasas o forjados unidireccionales o bidireccionales, en sustitución de las uniones a media madera;
- uniones entre losas o vigas y soportes, en sustitución de las ménsulas y de las soluciones con doble pilar;
- uniones entre muros, en sustitución de las soluciones machihembradas; cuando es necesaria la transmisión de esfuerzos cortantes a través de una junta de dilatación.

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** 15/096  
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](http://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 F del DAU 15/096, 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](http://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](mailto:qualprod@itec.cat)  
[www.itec.es](http://www.itec.es)

