

# DAU

# 14/091 A

## Documento de adecuación al uso

Denominación comercial:

Sistema  
FCVAE ALU

Tipo genérico y uso:

Sistema de subestructura de aluminio para la fijación de placas de revestimiento en fachadas ventiladas.

Titular del DAU:

**FCV Aislamientos Envolventes SL**

Esla 27. Polígono Industrial Santa Margarida  
ES-08223 Terrassa (Barcelona)  
Tel. 937 21 35 80  
[www.fcvae.es](http://www.fcvae.es)

Planta de producción:

Esla 27. Polígono Industrial Santa Margarida  
ES-08223 Terrassa (Barcelona)

Validez:

Desde: 18.12.2014  
Hasta: 17.12.2019

Edición y fecha:

A 18.12.2014

La validez del DAU 14/091 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 38 páginas.  
Queda prohibida su reproducción parcial.

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

**ITeC**

## Control de ediciones

<b>Edición</b>	<b>Fecha</b>	<b>Apartados en los que se han producido cambios respecto a la edición anterior</b>
A	18.12.2014	Creación del documento.

# Índice

1.	Descripción del sistema y usos previstos	5
1.1.	Definición del sistema constructivo	5
1.2.	Usos a los que está destinado	6
2.	Componentes de los sistemas	6
2.1.	Perfiles guía horizontal	6
2.2.	Perfiles verticales	6
2.3.	Escuadras	6
2.4.	Elementos de fijación	7
3.	Fabricación, control de producción y almacenamiento	12
3.1.	Fabricación	12
3.2.	Control de la producción	12
3.3.	Control de ejecución en obra	12
3.4.	Almacenamiento, transporte y recepción en obra	12
3.4.1.	Almacenamiento	12
3.4.2.	Transporte	12
3.4.3.	Control de recepción en obra	13
4.	Criterios de proyecto	13
4.1.	Criterios de diseño de la fachada	13
4.2.	Seguridad estructural	16
4.3.	Seguridad en caso de incendio	17
4.3.1.	Reacción al fuego	17
4.3.2.	Resistencia al fuego	17
4.4.	Higiene, salud y medioambiente	17
4.5.	Seguridad de utilización	17
4.6.	Protección frente al ruido	17
4.7.	Ahorro de energía y aislamiento térmico	17
4.8.	Durabilidad	17
5.	Detalles constructivos	19
6.	Criterios de puesta en obra	23
6.1.	Criterios generales de puesta en obra	23
6.1.1.	Montadores y equipos de montaje	23
6.1.2.	Manipulación en obra. Condiciones de seguridad	23
6.2.	Verificaciones previas a la puesta en obra	23
6.3.	Replanteo	23
6.4.	Montaje de las escuadras	24
6.5.	Montaje de los perfiles verticales	24
6.6.	Montaje de los perfiles guía horizontal	24
6.7.	Ejecución de los puntos singulares	25
7.	Otros criterios	25
7.1.	Criterios de mantenimiento de los sistemas	25
7.2.	Medidas para la protección del medio ambiente	25
7.2.1.	Tratamiento de residuos	25
7.3.	Condiciones exigibles a las empresas instaladoras de los sistemas	26
8.	Referencias de utilización y visitas de obras	26
8.1.	Referencias de utilización	26
8.2.	Visitas de obra	27
9.	Evaluación de ensayos y cálculos	27
9.1.	Ensayo de resistencia al viento	27
9.2.	Ensayo de resistencia de los perfiles guía horizontal	27
9.3.	Ensayo de resistencia de los tornillos sobre los perfiles	28
9.3.1.	Ensayo de resistencia al atravesamiento del tornillo a través del perfil guía horizontal (pull-through)	28
9.3.2.	Ensayo de resistencia al arrancamiento del tornillo sobre el perfil vertical (pull-out)	28

9.4.	Ensayo de resistencia de las escuadras	28
9.4.1.	Ensayo de las escuadras frente a fuerza vertical	28
9.4.2.	Ensayo de las escuadras frente a fuerza horizontal	28
9.5.	Ensayo de resistencia a cortante de los tornillos perfil-escuadra	28
9.6.	Cálculos	28
10.	Comisión de Expertos	34
11.	Documentos de referencia	34
12.	Evaluación de la adecuación al uso	35
13.	Seguimiento del DAU	36
14.	Condiciones de uso del DAU	36
15.	Lista de modificaciones de la presente edición	37

# 1. Descripción del sistema y usos previstos

## 1.1. Definición del sistema constructivo

El sistema FCVAE ALU es un sistema de subestructura<sup>1</sup> para la fijación de placas de revestimiento en fachadas ventiladas<sup>2</sup>. El sistema está formado por los siguientes componentes:

- Elementos de fijación del revestimiento:
  - Perfiles guía horizontal de aluminio, para la fijación de las placas de revestimiento por su junta horizontal<sup>3</sup>.
- Subestructura fijada al soporte<sup>4</sup>:
  - Perfiles verticales de aluminio.
  - Escuadras de aluminio.
  - Tornillos autotaladrantes de acero inoxidable.

En función del modo de fijación del revestimiento se consideran los siguientes sistemas de subestructura:

- Subestructura con guía horizontal (véase la figura 1.1): la fijación de las placas de revestimiento se realiza mediante el ranurado de los cantos de las placas sobre los perfiles guía horizontal.
- Subestructura simple (véase la figura 1.2): la fijación de las placas de revestimiento se realiza directamente sobre los perfiles verticales mediante fijaciones mecánicas vistas (tornillos o remaches)<sup>5</sup>.

Para más información sobre los componentes del sistema véase el capítulo 2.

En el presente DAU no se evalúan los siguientes componentes de un sistema de hoja exterior<sup>6</sup> de fachada ventilada:

- las placas de revestimiento,
- los tornillos o remaches vistos<sup>5</sup> de fijación de las placas de revestimiento en el caso de la subestructura simple,
- los anclajes de fijación de las escuadras de la subestructura al soporte.

En todos los casos las especificaciones que deben cumplir estos componentes quedan indicadas en el capítulo 4 con el objetivo de que puedan ser elegidos convenientemente en cada proyecto.

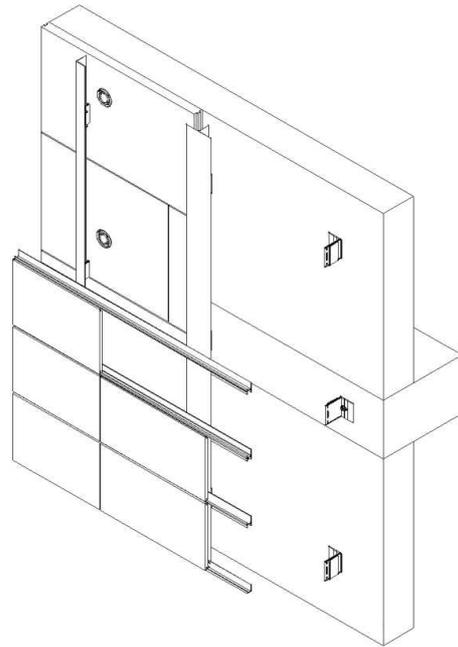


Figura 1.1: Sistema FCVAE ALU-CR con guía horizontal.

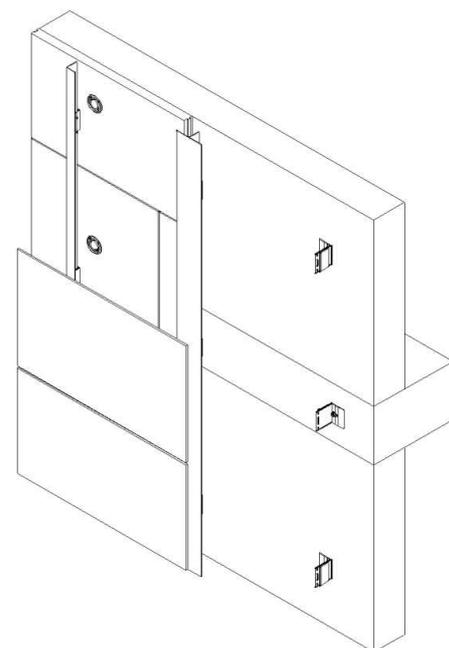


Figura 1.2: Sistema FCVAE ALU-S simple.

<sup>1</sup> Montaje intermedio situado entre el revestimiento y la estructura soporte.

<sup>2</sup> Tal como se define en los documentos de referencia a nivel europeo sobre fachadas ventiladas, se considera que la fachada es ventilada cuando la cámara de aire tiene un espesor mínimo de 20 mm y las aberturas mínimas de ventilación son de 50 cm<sup>2</sup> por metro lineal en el arranque y coronación de la fachada.

<sup>3</sup> Las placas deberán tener unas ranuras practicadas por su canto inferior y superior en las cuales se introducen los perfiles.

<sup>4</sup> Elemento constructivo resistente sustentante del sistema que transmite los esfuerzos de éste a la estructura del edificio, o que forma parte de ella.

<sup>5</sup> Otras tipologías de fijaciones podrían ser utilizadas en el sistema pero no han sido consideradas en el presente documento.

<sup>6</sup> Un cerramiento de fachada ventilada está compuesto principalmente por la hoja exterior de la fachada (que incorpora el revestimiento exterior), la cámara de aire ventilada y la hoja interior de la fachada (que puede estar formada por uno o varios componentes).

## 1.2. Usos a los que está destinado

El sistema FCVAE ALU se usa como sistema de fijación de placas de revestimiento para formar la hoja exterior de fachadas ventiladas, para obras nuevas y de rehabilitación con fachadas de geometría plana.

Los soportes sobre los que se puede fijar el sistema FCVAE ALU son: muros de obra de fábrica (arcilla cocida u hormigón), estructuras de hormigón (muros, forjados, pilares, etc.) y estructuras metálicas (vigas, pilares y entramados de muros).

En todos los casos estos soportes deben tener la resistencia y estabilidad adecuada para soportar los esfuerzos transmitidos por el sistema.

Los anclajes de la subestructura del sistema al sustrato soporte deberán elegirse en función de la naturaleza de éste y de los esfuerzos a los que van a ser sometidos (véase la tabla 2.6).

Para más información sobre las características prestacionales del sistema, así como sobre los criterios de proyecto y ejecución véanse los capítulos 4 a 6.

## 2. Componentes de los sistemas

El sistema FCVAE ALU está formado por los siguientes componentes:

- Perfiles guía horizontal, para la fijación de las placas de revestimiento.
- Perfiles verticales.
- Escuadras.
- Tornillos autotaladrantes (escuadra-perfil y perfil-perfil).

A continuación se detallan las características de cada uno de estos componentes.

### 2.1. Perfiles guía horizontal

El sistema FCVAE ALU incluye los siguientes tipos de perfiles guía horizontal:

- Perfil intermedio junta 3 (véase la figura 2.1a): se posiciona en las partes centrales de la fachada y soporta dos filas de placas de revestimiento con junta entre ellas igual a 3 mm de espesor.
- Perfil intermedio junta 8 (véase la figura 2.1b): se posiciona en las partes centrales de la fachada y soporta dos filas de placas de revestimiento con junta entre ellas igual a 8 mm de espesor.
- Perfil arranque (véase la figura 2.1c): se posiciona en el arranque y coronación de la fachada y soporta una fila de placas de revestimiento.

Se necesitan dos perfiles para sujetar una placa de revestimiento.

Los perfiles guía horizontal son de aluminio, cuyas características se indican en la tabla 2.1. Otras características de los perfiles se indican en la tabla 2.2, mientras que la geometría y dimensiones se muestran en las figuras 2.1.

### 2.2. Perfiles verticales

Los perfiles verticales del sistema FCVAE ALU son perfiles normalizados de sección T, L o tubo rectangular (véanse las figuras 2.2).

Los perfiles son de aluminio, cuyas características se indican en la tabla 2.1. Otras características de los perfiles se indican en la tabla 2.3, mientras que la geometría y dimensiones se muestran en las figuras 2.2.

### 2.3. Escuadras

El sistema FCVAE ALU incluye dos tipos de escuadras para la fijación de los perfiles verticales al soporte:

- Escuadras de altura 160 mm.
- Escuadras de altura 80 mm.

Ambos tipos de escuadras pueden utilizarse como puntos de apoyo o puntos de carga en función de si los tornillos se posicionan en los agujeros colisos o agujeros simples del ala de las escuadras, respectivamente.

Las escuadras son de aluminio, cuyas características se indican en la tabla 2.1. Otras características de las escuadras se indican en la tabla 2.4, mientras que la forma y dimensiones se muestran en las figuras 2.3.

## 2.4. Elementos de fijación

Todos los componentes del sistema FCVAE ALU se fijan entre sí mediante los tornillos autotaladrantes definidos en la tabla 2.5.

Los anclajes para la fijación de las escuadras al sustrato soporte deben elegirse específicamente para cada proyecto en función del material del sustrato, el tipo de anclaje y del valor de las acciones que actúen en cada caso sobre ellos (véase el apartado 4.2).

Se recomienda que los anclajes cumplan con las especificaciones mínimas indicadas en la tabla 2.6.

En el caso de la subestructura simple, las fijaciones vistas de las placas de revestimiento dependerán del tipo y material de las placas de revestimiento, en el apartado 4.1 se indican criterios sobre ellas.

### Material de los perfiles guía horizontal, perfiles verticales y escuadras

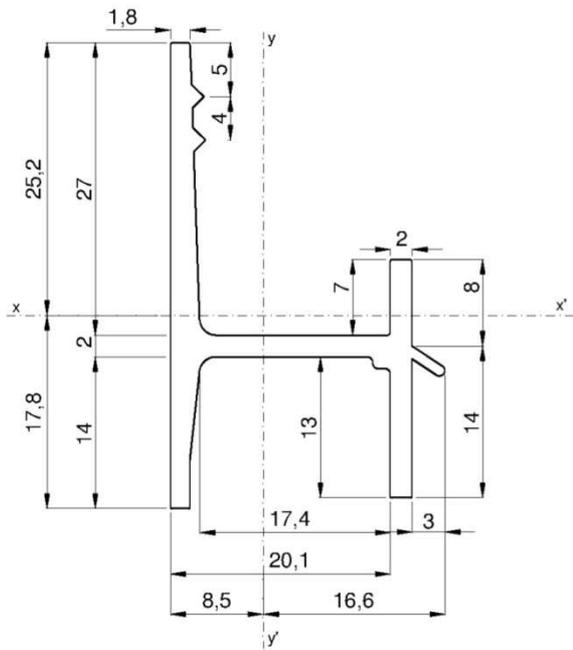
Característica	Referencia	Valor declarado	
		AW-6060 T5	AW-6063 T5
Tipo de material		AW-6060 T5	AW-6063 T5
Clase de durabilidad		B	
Peso específico (kg/m <sup>3</sup> )		2700	
Módulo de elasticidad longitudinal (MPa)	UNE EN 1999-1-1	70000	
Módulo de elasticidad transversal (MPa)		27000	
Coefficiente de Poisson		0,30	
Coefficiente de dilatación térmica (µm/m.°C) (para T ≤ 100 °C)		23,2	
Límite elástico (MPa)		≥ 120	≥ 130
Límite de rotura (MPa)	UNE EN 755-2	≥ 160	≥ 175
Alargamiento <sub>80</sub> (%)	UNE EN 1999-1-1	≥ 8	
Alargamiento <sub>50</sub> (%)		≥ 6	

**Tabla 2.1:** Características del aluminio de los perfiles guía horizontal, perfiles verticales y escuadras.

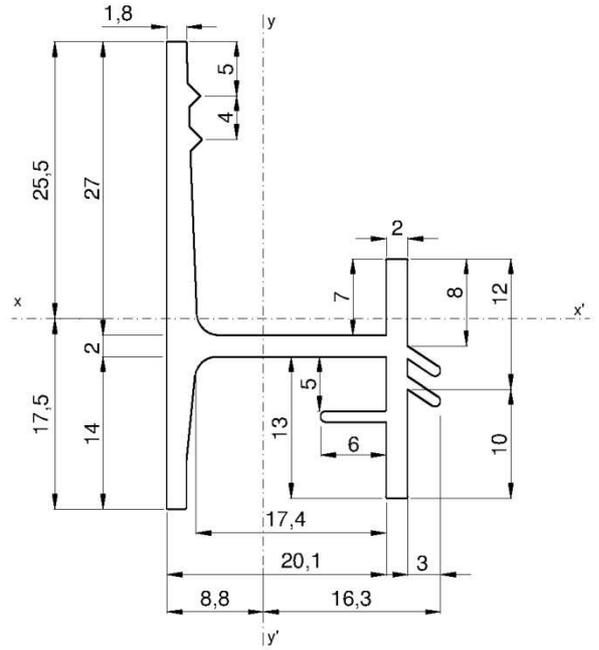
### Perfiles guía horizontal

Característica	Valor declarado		
	Intermedio junta 3	Intermedio junta 8	Arranque
Dimensiones	Figura 2.1a	Figura 2.1b	Figura 2.1c
Masa (kg/m)	0,50	0,52	0,53
Área (mm <sup>2</sup> )	183	193	197
Longitud estándar (m)	6,0	6,0	6,0
Momento de inercia I <sub>xx</sub> (mm <sup>4</sup> )	18800	19600	46300
Momento de inercia I <sub>yy</sub> (mm <sup>4</sup> )	14500	15500	8800
Módulo resistente W <sub>xx</sub> (mm <sup>3</sup> )	745	765	1420
Módulo resistente W <sub>yy</sub> (mm <sup>3</sup> )	870	950	515

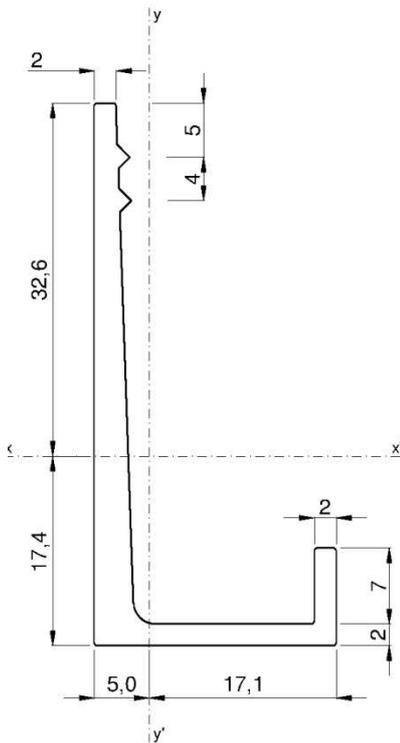
**Tabla 2.2:** Otras características de los perfiles guía horizontal.



**Figura 2.1a:** Perfil guía horizontal intermedio junta 3 mm.



**Figura 2.1b:** Perfil guía horizontal intermedio junta 8 mm.

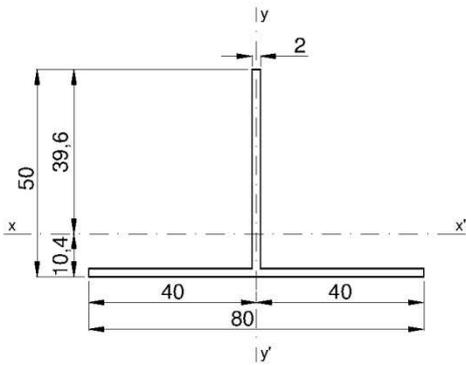


**Figura 2.1c:** Perfil guía horizontal de arranque.

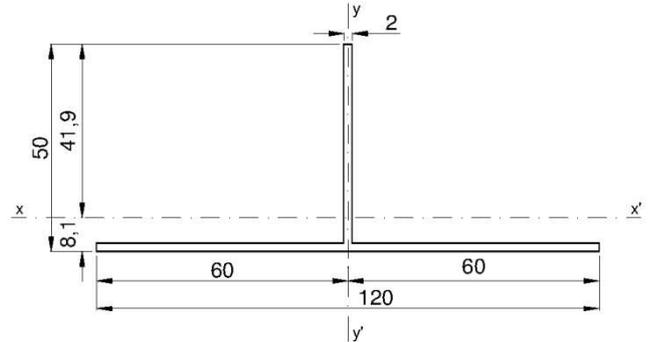
**Perfiles verticales**

Característica	Valor declarado			
	T80x50x2,0	T120x50x2,0	L50x42x2,0	Tubo40x100x2,0
Dimensiones	Figura 2.2a	Figura 2.2b	Figura 2.2c	Figura 2.2d
Masa (kg/m)	0,69	0,91	0,49	1,47
Área (mm <sup>2</sup> )	256	336	180	544
Longitud estándar (m)	6,0	6,0	6,0	6,0
Momento de inercia $I_{xx}$ (mm <sup>4</sup> )	55900	61300	46400	679000
Momento de inercia $I_{yy}$ (mm <sup>4</sup> )	85300	288000	30300	160000
Módulo resistente $W_{xx}$ (mm <sup>3</sup> )	1410	1460	1300	13580
Módulo resistente $W_{yy}$ (mm <sup>3</sup> )	2130	4800	955	8000

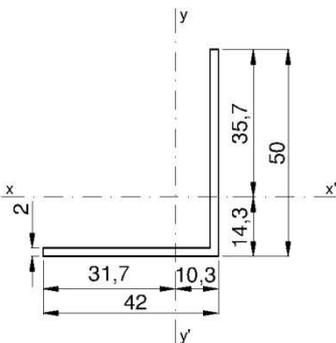
**Tabla 2.3:** Otras características de los perfiles verticales.



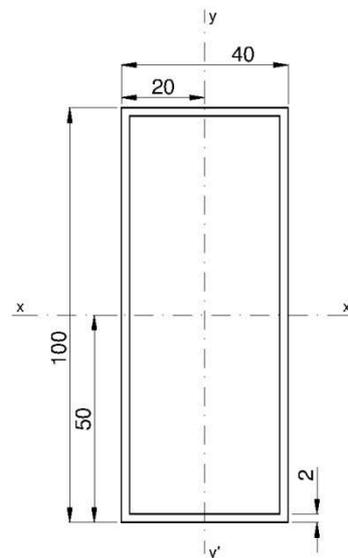
**Figura 2.2a:** Perfil vertical T80x50x2,0.



**Figura 2.2b:** Perfil vertical T120x50x2,0.



**Figura 2.2c:** Perfil vertical L50x42x2,0.

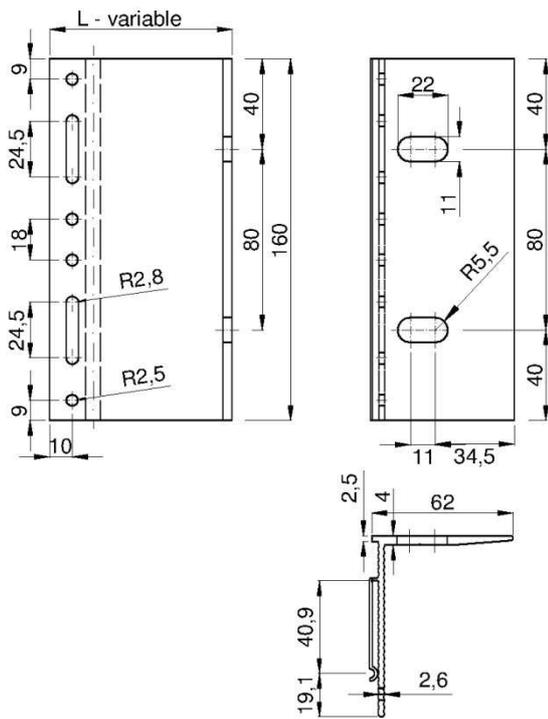


**Figura 2.2d:** Perfil vertical tubular 40x100x2,0.

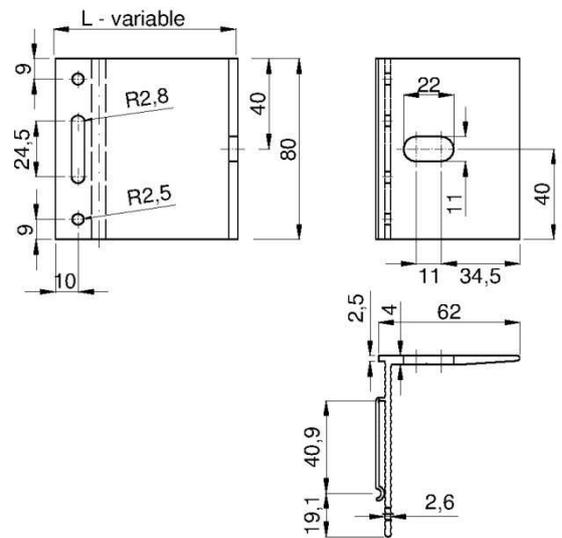
**Escuadras**

Característica	Valor declarado	
	Escuadra 160	Escuadra 80
Uso	Punto de carga o punto de apoyo del perfil vertical	
Geometría	Figura 2.3a	Figura 2.3b
Dimensiones nominales (mm) [H x B x L x e]	160 x 62 x L x 2,5 L es variable entre 60 y 140 mm	
H = altura	80 x 62 x L x 2,5	
B = ancho de la base	L es variable entre 60 y 140 mm	
L = longitud del ala		
e = espesor del ala		
Masa por unidad (g)	L = 60	180
	L = 80	200
	L = 100	223
	L = 120	244
	L = 140	266

**Tabla 2.4:** Características de las escuadras.



**Figura 2.3a:** Escuadra de altura 160.



**Figura 2.3b:** Escuadra de altura 80.

Características	Referencia	Valor declarado	
Uso	--	Unión Perfil-Escuadra	Unión Perfil-Perfil
Tipo	UNE EN ISO 15480	Tornillo autotaladrante de cabeza hexagonal de arandela con rosca autorroscante	Tornillo autotaladrante de cabeza plana con rosca autorroscante
Dimensiones: (Rosca x Longitud mínima)		ST5,5x25	ST4,2x25
Material	UNE EN ISO 3506-4	Acero inoxidable A2-70	
Características de la rosca	UNE EN ISO 10666	De acuerdo con la norma de referencia	
Características del taladro		De acuerdo con la norma de referencia	
Límite elástico $R_{p,0.2}$ (MPa)		450	
Límite rotura $R_m$ (MPa)	UNE EN ISO 3506-1	700	
Elongación A (%)		0,4-d	
Resistencia al arrancamiento (kN)	Apdo. 9.3.2	$\geq 2,0$	
Resistencia al cortante (kN)	Apdo. 9.5	$\geq 2,0$	

**Tabla 2.5:** Características de los elementos de fijación entre perfil y escuadra de aluminio.

#### Anclajes escuadras – soporte

Característica	Especificación mínima	
Diámetro mínimo	Fijación	$\geq \varnothing 10$ mm
	Arandela	$\geq \varnothing 20$ mm
Material (*)	Acero inoxidable (A2 o A4)	
Resistencia al arrancamiento (**)	$\geq 2,5$ kN o superior a la fuerza horizontal en la escuadra debida a la succión del viento.	
Resistencia al cortante	$\geq 2,8$ kN o superior a la fuerza vertical en la escuadra debida al peso propio del sistema.	
Marcado CE	Cuando sea posible se recomienda que los anclajes dispongan del marcado CE. Por ejemplo: - Anclajes metálicos para uso en hormigón, según ETAG 001, partes 1 y 6. - Anclajes plásticos según ETAG 020, partes 1 y 5. - Anclajes metálicos por inyección para fábrica de albañilería según ETAG 029.	
Servicio	En la elección de los anclajes se recomienda considerar las condiciones de servicio a las que estarán sometidos (dirección de las acciones, tipo de hormigón, tipo de obra de fábrica, distancias mínimas al borde, etc.)	

(\*) Para evitar par galvánico, el material de la fijación y la arandela deberá ser compatible con el aluminio de la escuadra.

(\*\*) A garantizar sobre los materiales del sustrato.

**Tabla 2.6:** Especificaciones generales de los anclajes entre escuadras y soporte.

### 3. Fabricación, control de producción y almacenamiento

#### 3.1. Fabricación

Los distintos componentes del sistema FCVAE ALU son distribuidos por FCV Aislamientos Envoltentes SL y fabricados por empresas proveedoras evaluadas bajo las especificaciones de FCV Aislamientos Envoltentes SL.

Los perfiles de aluminio se fabrican por extrusión.

Las escuadras de aluminio se fabrican mediante extrusión, troquelado, corte y posterior mecanización de los huecos.

Los tornillos son fabricados a partir de barras por estampación y posterior mecanizado de la rosca.

Los componentes del sistema FCVAE ALU se presentan tal y como se indica en la tabla 3.1.

#### 3.2. Control de la producción

FCV Aislamientos Envoltentes SL garantiza que todos los componentes del sistema 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 teniendo en cuenta las particularidades de compras y suministro de cada uno de los componentes.

El sistema de control de los componentes de los sistemas ha sido objeto auditado por parte del ITeC.

En el *Dossier Técnico* del presente DAU queda recogida toda la información relativa al Plan de Control.

#### 3.3. Control de ejecución en obra

Durante la ejecución del sistema FCVAE ALU, el técnico responsable de la obra deberá llevar a cabo un control que garantice que la ejecución del sistema se realiza conforme a la solución adoptada en el proyecto y considerando los criterios indicados en los capítulos 4 a 6 (véase también el apartado 3.4.3).

#### 3.4. Almacenamiento, transporte y recepción en obra

##### 3.4.1. Almacenamiento

Los componentes del sistema FCVAE ALU (perfiles guía horizontal, perfiles verticales, escuadras y elementos de fijación) son almacenados por FCV Aislamientos Envoltentes SL hasta su transporte a la obra.

Tanto en el almacén como en la obra debe controlarse las condiciones de este almacenamiento de modo que no sufran desperfectos o malos usos antes de su puesta en obra.

Para el correcto almacenamiento, manipulación y traslado de los distintos componentes del sistema FCVAE ALU se deberá seguir la normativa vigente en cuanto a prevención de riesgos laborales.

##### 3.4.2. Transporte

El transporte de los componentes del sistema FCVAE ALU puede ser realizado por cualquier medio convencional siempre que se tenga en cuenta que estos componentes no deben sufrir deterioro o desperfectos en ninguna de las fases de este proceso: carga, transporte y descarga.

Componente	Tipo de paquete	Cantidad por paquete	Información del etiquetado
Perfil guía horizontal	Intermedio junta 3	Embalado en cartón	Nombre del proveedor / Fecha / Referencia / Tipo de producto / Medidas nominales / Cantidad
	Intermedio junta 8		
	Arranque		
Perfil vertical	T80x50x2,0	Embalado con retráctil	Nombre del proveedor / Fecha / Referencia / Tipo de producto / Medidas nominales / Cantidad
	T120x50x2,0		
	L50x42x2,0	Embalado en cartón	
	Tubo40x60x2,0	Embalado con retráctil	
Escuadras	160x62xLx2,5	100 si L ≤ 50 mm 50 si L > 25 mm	Nombre del proveedor / Fecha / Referencia / Tipo de producto / Medidas nominales / Cantidad
	80x62xLx2,5	100 si L ≤ 100 mm 50 si L > 100 mm	Nombre del proveedor / Fecha / Referencia / Tipo de producto / Medidas nominales / Cantidad
Fijaciones	ST 4,2 x 25	Caja	Nombre del proveedor / Fecha / Referencia / Tipo de producto / Medidas nominales / Cantidad
	ST 5,5 x 25		

Tabla 3.1: Presentación de los componentes del sistema FCVAE ALU.

### 3.4.3. 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 debe considerar:

- No se admitirán defectos superficiales, deformaciones, alabeos o puntos de corrosión.
- Se deberá presentar documentación del fabricante o suministrador conforme a que el producto suministrado es el especificado.
- Debe comprobarse que los anclajes de fijación cumplen con las especificaciones mínimas indicadas en la tabla 2.6.
- Debe comprobarse que las placas para revestimiento disponen del correspondiente marcado CE como componente individual según la norma armonizada que le sea de aplicación (p.ej. UNE EN 1469 para piedra natural o UNE EN 14411 para baldosas cerámicas).
- Asimismo, debe comprobarse que las placas de revestimiento cumplen con las exigencias que les sean de aplicación, tanto de forma individual como en combinación con el sistema FCVAE ALU. Debe considerarse que dichas características exigibles pueden no estar recogidas en el correspondiente marcado CE, p.ej. la resistencia de la ranura de las placas, resistencia de la unión placa-tornillo/remache de fijación visto, la resistencia frente al impacto, la compatibilidad de materiales en contacto, etc.

## 4. Criterios de proyecto

El cerramiento completo de fachada ventilada que incluya el sistema FCVAE ALU como subestructura y fijación de placas de revestimiento exterior deberá cumplir con las exigencias básicas de: seguridad estructural, seguridad de uso, salubridad, protección frente al ruido y ahorro de energía definidas por el Código Técnico de la Edificación (CTE), así como otras exigencias relacionadas con la durabilidad de los materiales.

En el presente capítulo se indican los criterios que deberán ser considerados para el correcto diseño de los sistemas de subestructura y fijaciones objeto del DAU, así como los criterios y especificaciones generales aplicables a los revestimientos y otros componentes que formarían parte de la hoja exterior de fachada ventilada.

A partir de estos criterios y especificaciones generales, el técnico responsable del proyecto tendrá la información necesaria para la correcta selección y justificación del sistema constructivo de hoja exterior de fachada ventilada ejecutado con el sistema FCVAE ALU.

### 4.1. Criterios de diseño de la fachada

Para el correcto diseño del sistema FCVAE ALU se deberá considerar lo siguiente:

- El sistema se debe modular de modo que se racionalice el uso de material evitando desperdicios de material y cortes innecesarios de los perfiles y de las placas de revestimiento. Para ello se deberá tener en cuenta la distancia entre perfiles verticales así como las dimensiones de las placas.
- La distancia máxima entre perfiles verticales será la que se obtenga según los cálculos (según las comprobaciones realizadas en el apartado 9.6, el sistema puede quedar limitado por la acción de peso debido a la resistencia de las escuadras). En cualquier caso, esta distancia no debe ser superior a 1,2 m.
- Las placas de revestimiento que pueden ser utilizadas con el sistema FCVAE ALU deben cumplir con las especificaciones indicadas en la tabla 4.1. Deberá comprobarse que las placas de revestimiento que se elijan cumplan con la resistencia a flexión y hayan sido evaluadas según su modo de fijación (puntual o perfil guía horizontal, p.ej. la resistencia de la ranura mínima necesaria para soportar las acciones a las que estarán sometidas).
- En el sistema simple, los tornillos o remaches de fijación de las placas a los perfiles verticales deben

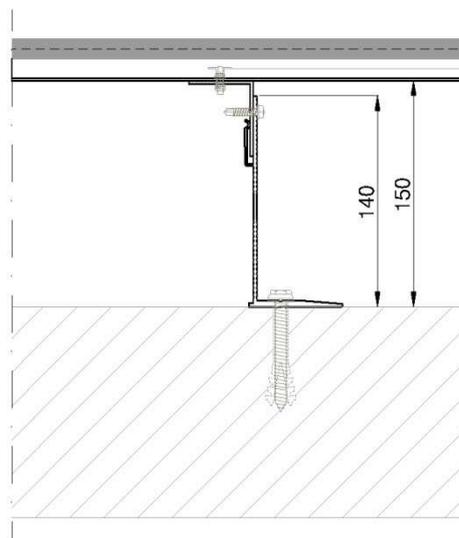
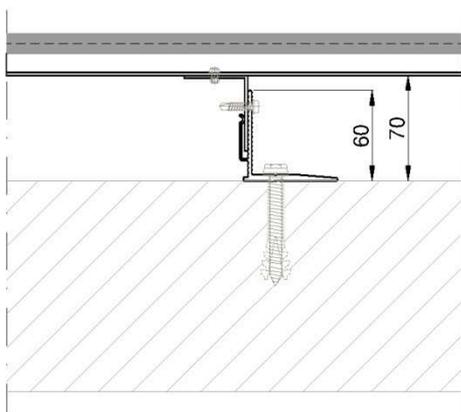
cumplir con las especificaciones indicadas en la tabla 4.2.

- A efectos de predimensionado, las juntas horizontales entre placas de revestimiento tendrán un espesor de 3 mm u 8 mm cuando se incluyan los perfiles guía horizontal y un espesor entre 3 mm y 10 mm para el sistema simple (sin guía horizontal). Las juntas verticales entre placas tendrán un espesor entre 3 mm y 10 mm en todos los casos (véase el apartado 6.7).
- El espesor global del sistema puede variar entre 70 y 150 mm (véanse la figura 4.1), el espesor total de la hoja exterior variará en función del espesor de la placa de revestimiento exterior que se considere (véase la tabla 4.1).
- El desplome máximo total del sustrato soporte que admite el sistema es 80 mm.
- Cada perfil vertical debe tener un punto de anclaje de carga (punto fijo) y varios puntos de apoyo (puntos deslizantes que permitan los movimientos de dilatación del sistema). Los puntos de carga pueden ser ejecutados con una o dos escuadras mientras que los puntos de apoyo se ejecutan con una sola escuadra con los tornillos posicionados en los agujeros colisos de las alas de las escuadras.
- Se recomienda que los puntos de carga de los distintos perfiles de un paño de fachada se coloquen sobre el frente del forjado de la estructura del edificio y alineados horizontalmente en una misma fila y altura.
- Los puntos de apoyo del perfil vertical deben estar a la distancia que resulte de los cálculos (la máxima distancia admitida es 1,2 m) y pueden

fijarse sobre cualquier tipo de sustrato, incluyendo si es necesario el frente de forjado.

- Se debe prever interrumpir los paños de fachada allí donde existan juntas de dilatación estructurales o de juntas movimiento.
- La separación entre dos perfiles verticales contiguos no debe ser inferior a 15 mm.
- Las juntas verticales se harán coincidir, al menos, con las juntas de movimiento de la estructura del edificio y del muro soporte del sistema.
- No se debería fijar una misma placa de revestimiento sobre perfiles verticales que hayan sido interrumpidos verticalmente ni sobre perfiles guía horizontal que hayan sido interrumpidos horizontalmente.
- Debe considerarse que la longitud máxima en voladizo de los perfiles (verticales o guía horizontal) es 200 mm.
- Se recomienda modular la fachada planificando los cortes necesarios de las placas de revestimiento en las esquinas, para así poder absorber posibles discrepancias entre las medidas teóricas de la obra y las reales.
- La disposición de las escuadras sobre el soporte se realizará mediante el apoyo de la base, mientras que en el ala de las escuadras se fijarán los perfiles verticales.

En el capítulo 5 se aportan los principales detalles constructivos del sistema.



**Figura 4.1a:** Esquema de regulación de la cámara de aire para el sistema con guía horizontal FCVAE-ALU-CR.

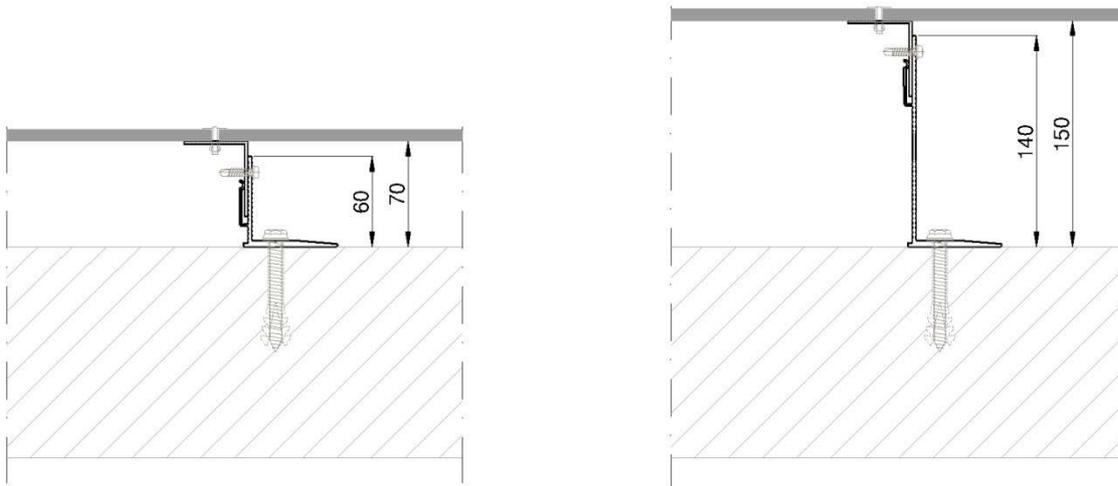


Figura 4.1b: Esquema de regulación de la cámara de aire para el sistema simple FCVAE-ALU-S.

Placas de revestimiento			
Característica		Valor exigible	
Masa por unidad de superficie (kg/m <sup>2</sup> )		≤ 120 (i) (ii)	
Espesor, $t_{rev}$ (mm)		$t_{rev} \leq 30$ (iii)	
Planicidad de la superficie (mm)		≤ 0,2% de la longitud	
Resistencia mínima a flexión (MPa)		≥ 15	
		o en función de la superficie de la placa y de la acción del viento ( $q_e$ )	
Sistema simple	Distancia de la fijación puntual al borde (mm)	≥ 10	
	Resistencia al atravesamiento de la fijación (pull-through) (N) (iv)	Centro	≥ 2000
		Borde	≥ 800
		Esquina	≥ 500
Resistencia al cortante placa-fijación (N)	≥ 750		
Sistema compuesto con perfil guía horizontal	Resistencia mínima de las ranuras (N) (iv)	≥ 7500	
		o en función de la superficie de la placa y de la acción del viento ( $q_e$ )	
	Espesor de las ranuras, $t_r$ (mm)	3,0 ± 0,1	
	Profundidad de las ranuras (mm)	20 ± 0,1	

(i) Valor sobre el que se deberá aplicar el coeficiente de mayoración de peso propio, p.ej.  $\gamma_Q = 1,35$ .

(ii) Véanse también las tablas 9.5 y 9.6.

(iii) Valor límite superior teniendo en cuenta las dimensiones de los perfiles guía horizontal y revestimientos con ranura centrada en el canto. Espesores superiores podrían ser considerados, sin embargo, en estos casos la ranura de las placas queda excéntrica por lo que se deberán considerar los posibles efectos de esta excentricidad en los correspondientes cálculos de comprobación del sistema.

(iv) Para 100 mm de longitud de la ranura y obtenida a partir del método indicado en la ETAG 034-1.

Tabla 4.1: Características mínimas de las placas de revestimiento.

Fijación revestimiento - perfil vertical			
Características		Valor exigible	
	Tipo	Tornillo autotaladrante y autorroscante (EN ISO 10666) (**)	Remache ciego (EN ISO 14588)
Geométricas	Diámetro mínimo (mm)	Rosca: $\geq 4,8$ Arandela: $\geq 14$	Cuerpo: $\geq 5,0$ Cabeza: $\geq 16$ o $3,3x\varnothing$ rosca
	Longitud mínima (mm)	$\geq 10 + (t_{rev.} + t_{perfil\ vertical})$	Cuerpo: $\geq 16$
	Capacidad mínima de unión (mm)	---	$\geq t_{rev.} + t_{perfil\ vertical}$
Material	Tipo (*)	Acero inoxidable	Cabeza y cuerpo de acero inoxidable
Mecánicas	Resistencia mínima a cortante (N)	Véase la tabla 4.1	
	Resistencia mínima de arrancamiento (N)		

(\*) El material de la fijación deberá ser compatible con el material de perfiles verticales.

(\*\*) Tornillos autotaladrantes con capacidad para perforar el espesor del panel más el espesor del perfil vertical, a menos que se realice un pretaladro con diámetro inferior al diámetro del tornillo.

**Tabla 4.2:** Especificaciones mínimas de las fijaciones para las placas de revestimiento sobre los perfiles verticales.

## 4.2. Seguridad estructural

El sistema FCVAE ALU no contribuye a la resistencia y estabilidad de la estructura de la edificación. Sin embargo, debe justificarse mediante cálculo que la solución adoptada para el sistema resiste las acciones previstas en su función de subestructura y fijación del revestimiento en la hoja exterior de fachada ventilada.

En el caso de que el proyectista lo requiera, el departamento técnico de FCV Aislamientos Envoltentes SL puede facilitar asesoramiento específico para el proyecto.

La estructura soporte deberá tener la resistencia y estabilidad adecuada para soportar las acciones transmitidas por el sistema.

Asimismo, en el caso de que la estructura soporte sea metálica, por ejemplo de acero laminado, se evitará el contacto directo entre ésta y el sistema FCVAE ALU para prevenir los posibles efectos de corrosión por par galvánico.

El sistema deberá diseñarse para ser compatible con los movimientos del sustrato al que está sujeto. Para ello se deberán tener en cuenta las limitaciones impuestas por el CTE a la estructura soporte o sustrato (p.ej. la limitación de flecha de los forjados).

Las acciones a las cuales va a estar sometida la fachada y la estructura deberán definirse en función de la geometría general del edificio y su situación topográfica teniendo en cuenta el DB-SE del CTE.

Para el cálculo de las acciones de viento, se deberá considerar que los extremos de las fachadas o esquinas salientes expuestas son las zonas más solicitadas por el viento y en ellas se producen esfuerzos del orden del doble que en el centro del paño.

Para el cálculo de la acción de peso propio, se debe considerar que el peso máximo del sistema dependerá

de la modulación y del espesor y del tipo y material de la placa empleada en el revestimiento.

Para zonas donde existan requisitos sísmicos se deberá tener en cuenta la capacidad resistente del elemento soporte en función de las exigencias básicas del CTE respecto a la seguridad estructural así como las exigencias de la norma básica NCSE-02.

De la subestructura del sistema debe determinarse la modulación adecuada de los perfiles verticales ( $\leq 1200$  mm), el tipo y número de escuadras y la distancia máxima entre ellas.

Como referencia en los cálculos se pueden considerar: un coeficiente mínimo de mayoración de acciones de viento,  $\gamma_Q = 1,50$ , un coeficiente mínimo de mayoración de acciones de peso,  $\gamma_Q = 1,35$ , un coeficiente mínimo de minoración de resistencia del material,  $\gamma_m = 1,10$  y un coeficiente mínimo de seguridad de la resistencia al arrancamiento del anclaje sobre el sustrato, variable en función de la resistencia y material del sustrato, pudiéndose tomar por defecto un coeficiente,  $\gamma_{anc} = 3,00$  cuando no se disponga de evidencias relativas a la resistencia del sustrato. En caso de zonas sísmicas, las acciones debidas al sismo se ponderarán con un coeficiente mínimo,  $\gamma_s = 1,30$  y se tendrán en cuenta simultáneamente todas las acciones.

Para la evaluación de la resistencia y estabilidad del sistema FCVAE ALU frente al viento se han considerado las acciones especificadas en el punto 3.3 del DB SE AE del CTE. En cualquier caso, para las distintas situaciones se deberán realizar estudios específicos.

La resistencia al viento y frente al peso propio del sistema puede calcularse teniendo en cuenta:

- La resistencia de la unión perfil guía horizontal – perfil vertical (véase el apartado 9.3).

- La tensión máxima de los perfiles guía horizontal y verticales (véase el límite elástico del material en la tabla 2.1).
- La flecha máxima admisible en los perfiles guía horizontal y verticales  $L/300$ .
- La resistencia de las escuadras (véase el apartado 9.4).
- La tensión máxima de diseño frente a acciones de viento debería ser inferior o igual a 3000 Pa, valor máximo de resistencia obtenido en el ensayo (véase el apartado 9.1).

El tipo de anclaje entre las escuadras de la subestructura y el soporte debe elegirse individualmente en cada proyecto en función del tipo de soporte y del valor de las acciones que intervienen, garantizando la resistencia, estabilidad y durabilidad del sistema FCVAE ALU (véase la tabla 2.6).

### 4.3. Seguridad en caso de incendio

#### 4.3.1. Reacción al fuego

Los componentes del sistema FCVAE ALU son metálicos (de aluminio y acero inoxidable), en consecuencia tienen una clasificación de reacción al fuego A1 sin necesidad de ser ensayados tal como se establece en el cuadro 1.2-1 del Real Decreto 842/2013, la Decisión 96/603/CE y sus modificaciones. Por tanto cumplen con la exigencia B-s3,d2 indicada en la sección SI2 del DB SI del CTE.

Las placas de revestimiento y el aislamiento térmico que puede estar incorporado en la cámara de aire de la fachada ventilada deberán ser elegidos de modo que cumplan con las exigencias indicadas en la sección del DB SI del CTE indicada anteriormente.

Adicionalmente, el proyectista deberá analizar si es necesaria la incorporación de barreras cortafuego horizontales en la cámara ventilada para impedir que, por el efecto chimenea, un eventual incendio se propague por la cámara.

#### 4.3.2. Resistencia al fuego

La característica de resistencia al fuego es una característica aplicable al conjunto de componentes que forman el cerramiento de fachada y no exclusivamente al sistema FCVAE ALU.

En todos los casos, la composición y diseño del conjunto del sistema constructivo ubicado tras la cámara ventilada (hoja interior), deberá garantizar la limitación de resistencia al fuego según se establece en la sección SI2 del DB SI del CTE.

### 4.4. Higiene, salud y medioambiente

Este requisito es aplicable al conjunto de componentes que forman el cerramiento de fachada y no exclusivamente al sistema FCVAE ALU.

En todos los casos, la composición y diseño del conjunto del sistema constructivo ubicado tras la cámara ventilada (hoja interior), deberá garantizar las exigencias respecto al grado de impermeabilidad, limitación de condensaciones y permeabilidad al aire, según se establecen en la sección HS1 y la sección HE1 del DB HS del CTE.

### 4.5. Seguridad de utilización

Debido a que el sistema FCVAE ALU está formado por componentes metálicos, se deberá analizar si el sistema debe estar conectado a tierra para mantener la equipotencialidad.

En cuanto a la característica de resistencia al impacto exterior, ésta depende en gran medida del tipo y material de revestimiento exterior que vaya a ser utilizado en la fachada.

Los revestimientos exteriores de fachada deben ser evaluados en relación a la resistencia al impacto en las condiciones finales de uso y de fijación. Para realizar dicha evaluación se pueden considerar los documentos de referencia a nivel europeo en donde se establecen distintas categorías en función del comportamiento de los revestimientos a impactos de cuerpo duro y blando.

### 4.6. Protección frente al ruido

Este requisito es aplicable al conjunto de componentes que forman el cerramiento de fachada y no exclusivamente al sistema FCVAE ALU.

En todos los casos, la composición y diseño del conjunto del sistema constructivo ubicado tras la cámara ventilada (hoja interior), deberá garantizar la exigencia respecto al aislamiento a ruido según se establece en el DB HR del CTE.

### 4.7. Ahorro de energía y aislamiento térmico

Este requisito es aplicable al conjunto de componentes que forman el cerramiento de fachada y no exclusivamente al sistema FCVAE ALU.

En todos los casos, la composición y diseño del conjunto del sistema constructivo ubicado tras la cámara ventilada (hoja interior), deberá garantizar la exigencia respecto al aislamiento térmico según se establece en el DB HE del CTE.

### 4.8. Durabilidad

La durabilidad del sistema FCVAE ALU se asegura con buenas medidas de diseño del proyecto (véase el apartado 4.1), prestando atención a la resolución de los puntos singulares (véase el capítulo 5), con una correcta ejecución (véase el capítulo 6) y unas adecuadas prescripciones de mantenimiento.

El proyectista debe tener en cuenta el grado de corrosividad asociado al ambiente específico en que se sitúe el proyecto, contemplando factores como la

presencia elevada de salinidad o elementos contaminantes y el *tiempo de humedad*<sup>7</sup>, según se establece en la norma ISO 9223.

Los materiales metálicos del sistema FCVAE ALU deberán adecuarse a las condiciones de exposición específicas de cada obra.

Los perfiles guía horizontal, perfiles verticales y escuadras son de aluminio y los elementos de fijación entre ellos son de acero inoxidable, materiales de alta resistencia frente a la corrosión en contacto con el ambiente exterior.

En cuanto a la corrosión específica de los componentes metálicos del sistema FCVAE ALU, se pueden considerar los siguientes aspectos:

- Los perfiles guía horizontal, perfiles verticales y las escuadras tienen un grado de durabilidad B y pueden requerir protección en ambientes urbanos o industriales con exposición severa y en ambientes marinos, según queda especificado en la tabla D.1 del anexo D de la norma EN 1999-1-1.
- La tornillería del sistema es de acero inoxidable austenítico clase A2 y presenta una alta resistencia frente a la corrosión. No obstante, la norma UNE EN ISO 3506-1 establece en su anexo B precauciones en cuanto a su uso<sup>8</sup>.

En todos los casos, si el proyectista lo considera necesario, se puede establecer una protección específica a partir de las indicaciones del apartado D.3 del anexo D de la norma EN 1999-1-1.

El proyectista debe tener en cuenta las posibles incompatibilidades de orden químico entre los materiales del sistema FCVAE ALU y entre éstos y los materiales de la estructura soporte. Para ello se tomarán las medidas de protección adecuadas según se establece en la tabla D.2 del anexo D de dicha norma, en función de las distintas combinaciones metálicas y el ambiente específico en que se sitúe el proyecto.

Los anclajes que se elijan para fijar las escuadras a la estructura soporte también deben ser de materiales protegidos contra la corrosión en función del ambiente donde vayan a ser utilizados. La durabilidad de los anclajes depende de forma directa del tipo de metal base. Para su análisis se debe prever la corrosión debida a las condiciones atmosféricas y al contacto de metales distintos (par galvánico).

---

<sup>7</sup> Tal como se indica en la norma ISO 9223, el tiempo de humedad (*time of wetness*) es el periodo (horas/año) durante el cual una superficie metálica es recubierta por una película líquida y/o de adsorción de un electrolito capaz de causar corrosión atmosférica.

<sup>8</sup> El apartado B 2.2 del anexo B de la norma UNE EN ISO 3506-1, recomienda para los aceros inoxidables de clase A2 evitar su uso en medios ácidos no oxidantes y que contengan agentes clorados, es decir, en agua de mar o de piscinas.

## 5. Detalles constructivos

### Leyenda (para todas las figuras):

1. Perfil vertical.
2. Escuadra.
3. Perfil guía horizontal.
4. Placa de revestimiento.
5. Sustrato soporte.
6. Lámina para impermeabilización.

### a. Subestructura compuesta con perfil guía horizontal

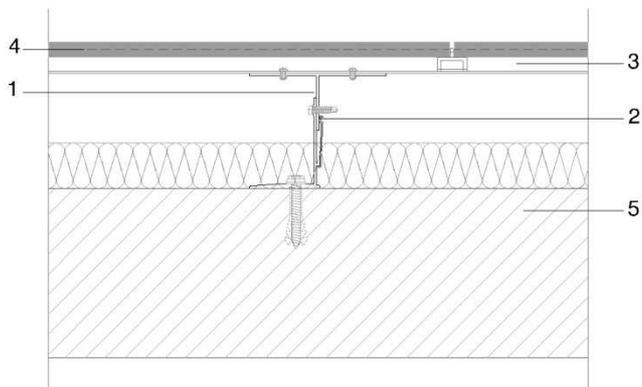


Figura 5.1a: Sección horizontal.

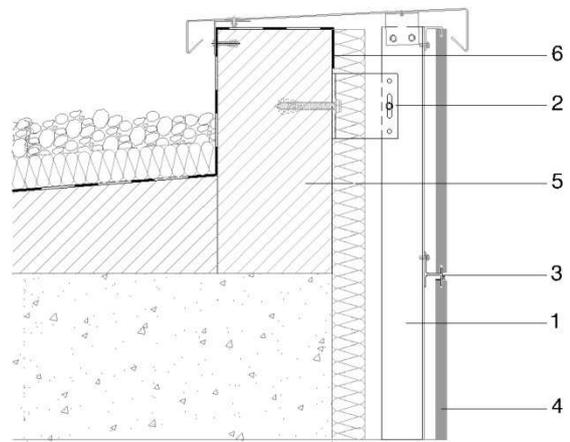


Figura 5.2a: Coronación.

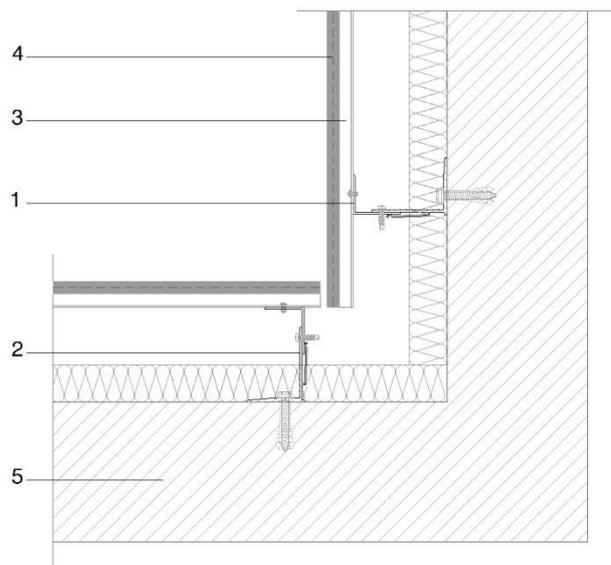


Figura 5.3a: Esquina entrante.

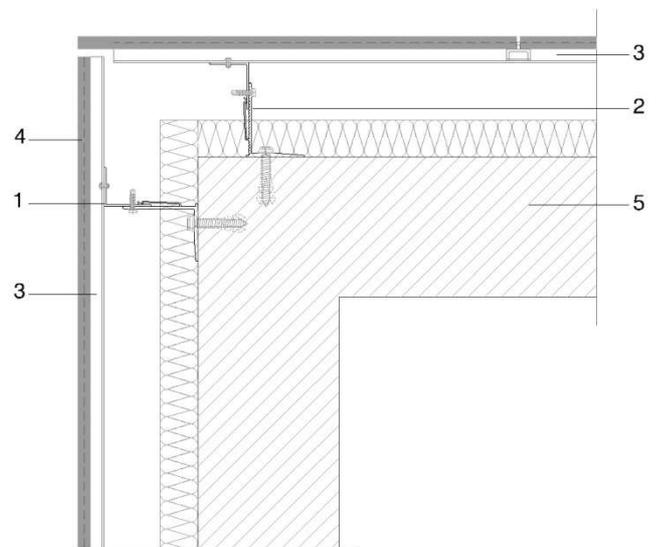


Figura 5.4a: Esquina saliente.

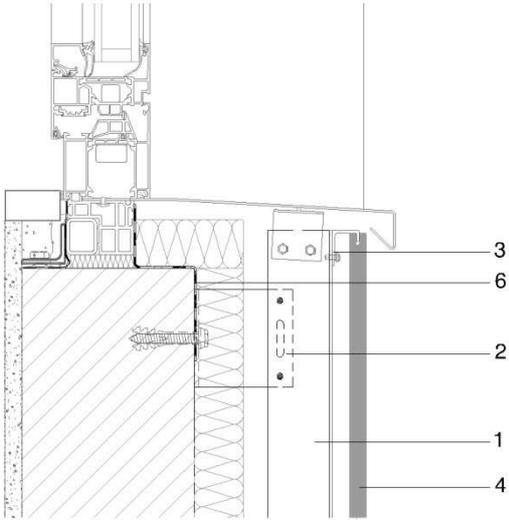


Figura 5.5a: Encuentro con vierteaguas.

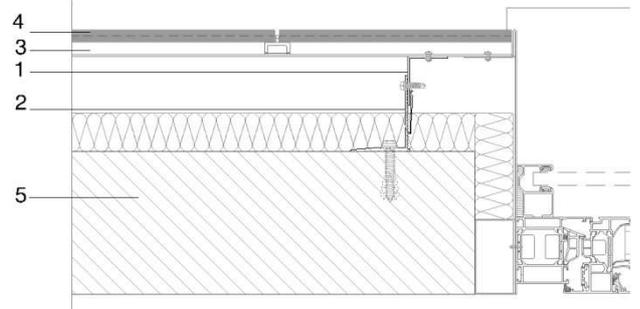


Figura 5.6a: Encuentro con telar de jamba.

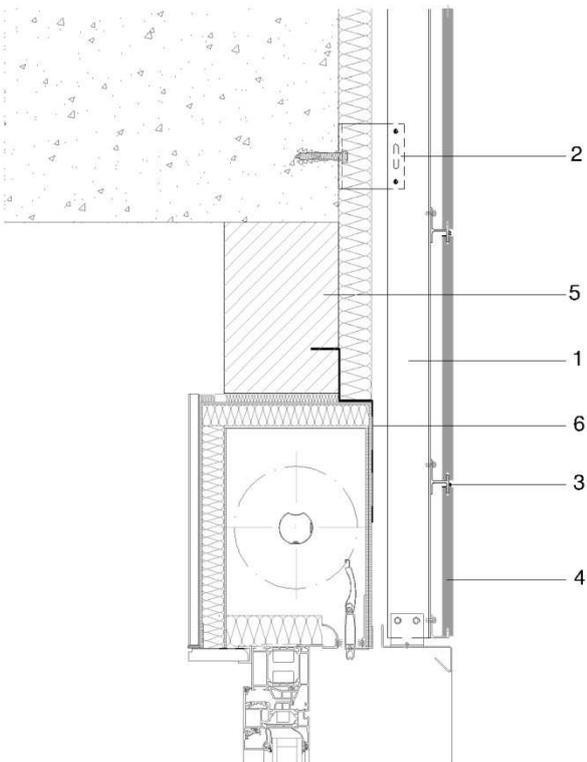


Figura 5.7a: Encuentro con dintel con caja de persiana.

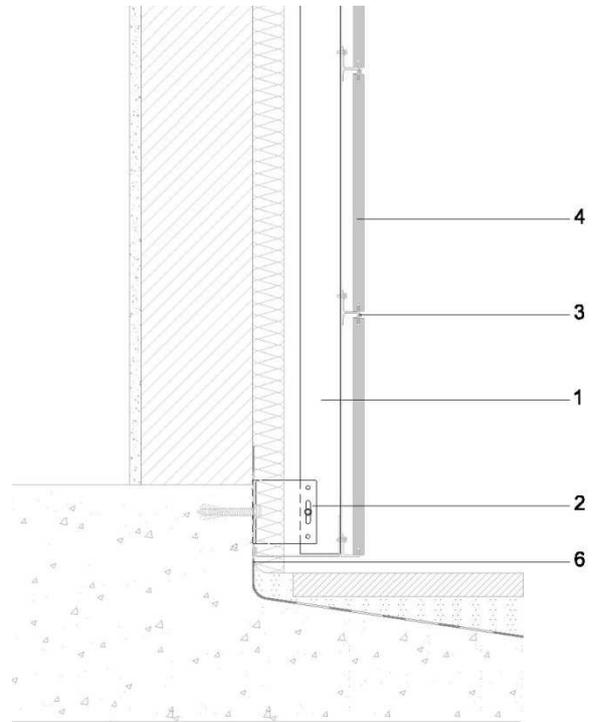
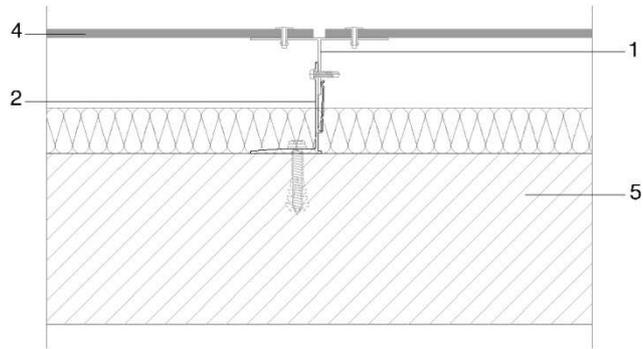
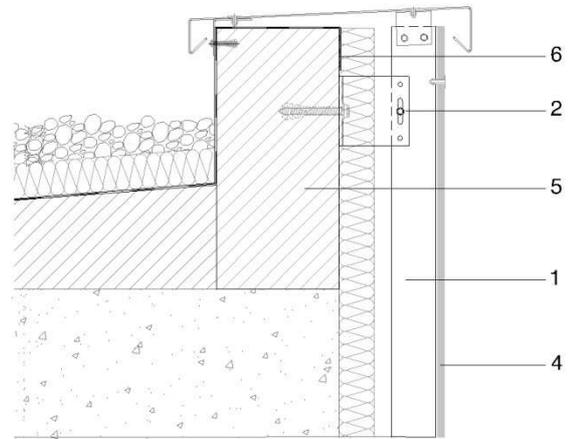


Figura 5.8a: Arranque.

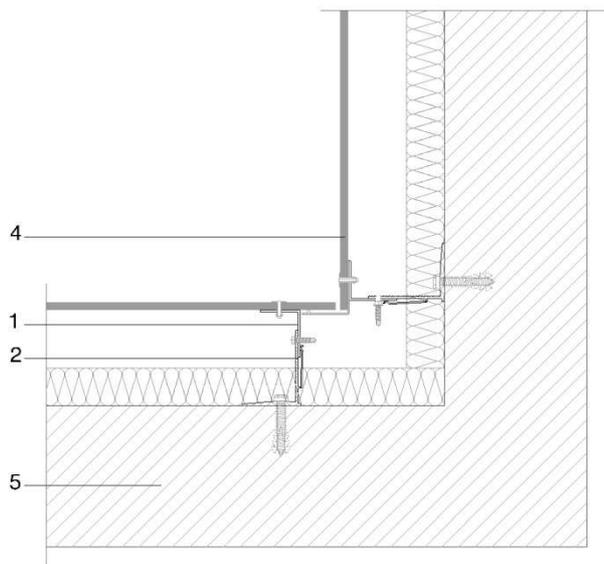
**b. Subestructura simple**



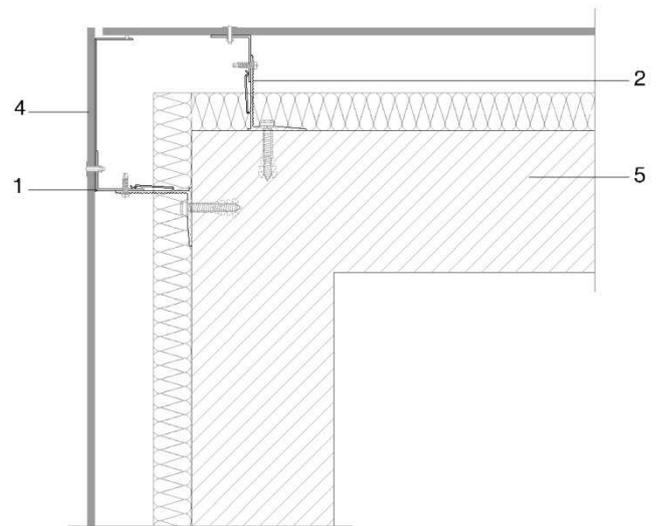
**Figura 5.1b:** Sección horizontal.



**Figura 5.2b:** Coronación.



**Figura 5.3b:** Esquina entrante.



**Figura 5.4b:** Esquina saliente.

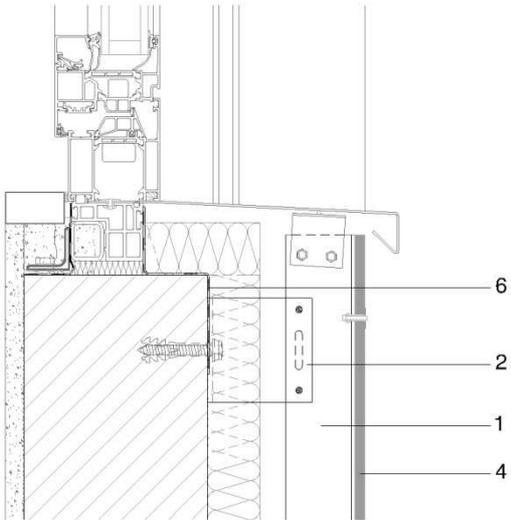


Figura 5.5b: Encuentro con vierteaguas.

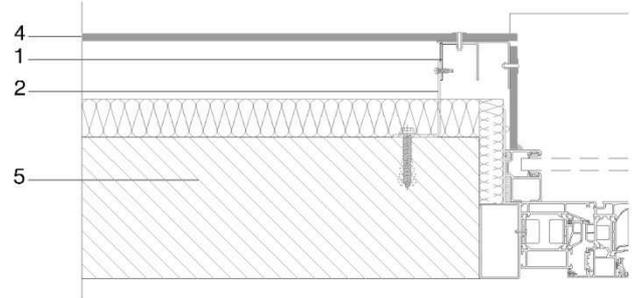


Figura 5.6b: Encuentro con telar de jamba.

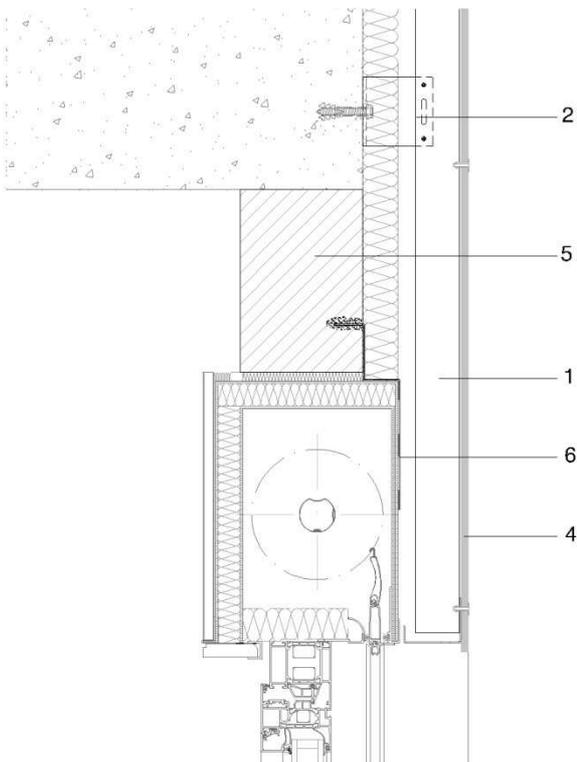


Figura 5.7b: Encuentro con dintel con caja de persiana.

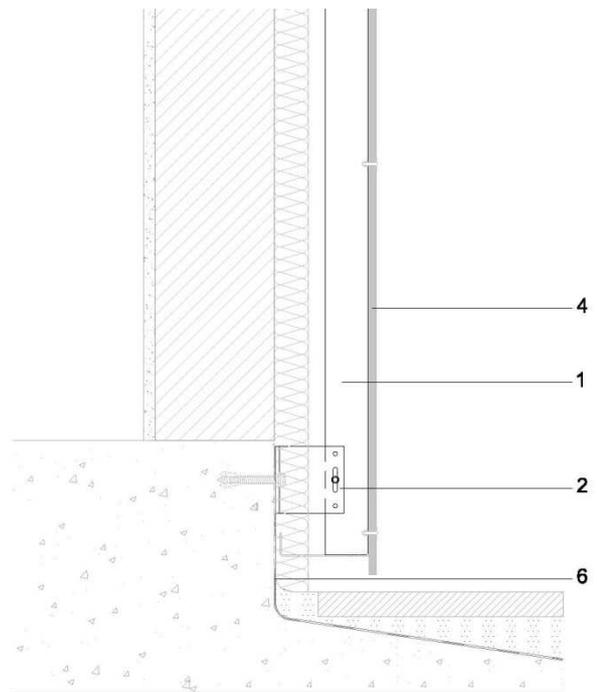


Figura 5.8b: Arranque.

## 6. Criterios de puesta en obra

### 6.1. Criterios generales de puesta en obra

#### 6.1.1. Montadores y equipos de montaje

El sistema FCVAE ALU debe ser instalado por personal y/o empresas especializadas en este sistema; en el caso en que se requiera FCV Aislamientos Envoltentes SL facilita personal especialista en el montaje del sistema.

Los equipos de montadores deben constar de al menos dos personas. Los montadores deben acreditar su cualificación y experiencia. El nivel mínimo de cualificación que deben tener los montadores es el de peón especialista.

FCV Aislamientos Envoltentes SL dispone de un procedimiento para la formación y adiestramiento específico del personal.

Los medios auxiliares y la maquinaria de obra deben cumplir las condiciones funcionales y de calidad establecidas en las normas y disposiciones vigentes relativas a la fabricación y control industrial de estos equipos.

#### 6.1.2. Manipulación en obra. Condiciones de seguridad

Los componentes del sistema FCVAE ALU deben estar almacenados en la obra tal como se indica en el apartado 3.4.

El transporte de los componentes del sistema hasta su lugar de colocación puede ser realizado a mano desde el acopio en obra, entendiéndose que cualquier medio auxiliar de ayuda al transporte de material facilitará la labor de los montadores.

En general en cualquier acción de manipulación de los materiales en la obra se debe evitar que se produzcan desperfectos en los mismos.

En el proceso de montaje y mantenimiento debe tenerse en cuenta la normativa vigente sobre prevención de riesgos laborales así como prever que se incluya en el plan de seguridad y salud de la obra desarrollado al efecto.

### 6.2. Verificaciones previas a la puesta en obra

Una vez se tenga ejecutada la estructura del edificio y el sustrato soporte del sistema FCVAE ALU se deberá verificar, a partir de los planos aportados por la dirección facultativa, que la modulación y cálculo inicial de los componentes de la fachada considerados en la fase de proyecto es la adecuada para iniciar la puesta en obra del sistema.

Las verificaciones a realizar son:

1. Verificación de las dimensiones reales de la estructura del edificio, sus huecos y el posicionamiento de éstos.

Esta verificación se realizará mediante las mediciones reales de la estructura y huecos y la comparación de éstas con las dimensiones consideradas inicialmente en el proyecto.

El máximo desplome admitido por el sistema FCVAE ALU es de 80 mm.

En caso de que las mediciones no coincidan se procederá del siguiente modo:

- Si las diferencias dimensionales tanto horizontales como verticales pueden ser absorbidas por el juego de las juntas entre placas (véase el rango de valores indicados en el apartado 6.7), se deberá reajustar la modulación de placas y el posicionamiento de los perfiles y escuadras con las nuevas dimensiones de las juntas.
- Si las diferencias dimensionales no pueden ser absorbidas por el juego de las juntas, se deberá notificar esta cuestión a la dirección facultativa, con la consiguiente remodelación de la fachada considerando las medidas reales de la obra.
- Las placas de los extremos de la fachada se podrán dejar como regulación para absorber las pequeñas modificaciones en las dimensiones horizontales.

2. Verificación de la resistencia de los anclajes sobre la estructura soporte (forjados, pilares o muros de obra de fábrica) principalmente en obras de rehabilitación o en obras nuevas cuando no se disponga de datos específicos sobre la estructura soporte.

Esta verificación se realiza mediante un cálculo estadístico de la resistencia de los anclajes a emplear en base a varias extracciones in situ de éstos sobre la estructura soporte.

Si esta verificación no resulta positiva se podrá proceder, bien aumentando el número de anclajes o escuadras a emplear de modo que el esfuerzo se reparta entre un mayor número de apoyos, rehaciendo el cálculo correspondiente (véase el apartado 4.2), o bien sustituyendo los anclajes definidos por otros con prestaciones adecuadas. Este último caso requerirá siempre de una nueva verificación mediante extracciones de los nuevos anclajes empleados sobre el soporte.

### 6.3. Replanteo

Tras la verificación inicial de la modulación y cálculo del sistema FCVAE ALU a ejecutar (véase el apartado 6.2), el técnico responsable de la puesta en obra del sistema marca el posicionamiento de las escuadras y

los perfiles verticales sobre la estructura soporte de la obra, según la modulación final establecida, con el fin de que sean seguidas por los montadores del sistema.

#### 6.4. Montaje de las escuadras

Una vez elegidos y verificados los anclajes adecuados para la obra en cuestión se procede a fijar las escuadras según el replanteo inicial del técnico responsable de la puesta en obra del sistema FCVAE ALU ACE, teniendo en cuenta la tipología de las escuadras y su disposición y siguiendo las instrucciones del fabricante del anclaje.

Se debe considerar que las escuadras de carga permiten la transmisión del peso del sistema y del revestimiento, así como de las acciones horizontales de viento a la estructura soporte, mientras que las escuadras de apoyo permiten únicamente la transmisión de acciones horizontales.

Las escuadras se deben fijar al perfil vertical mediante las fijaciones definidas en el capítulo 2.

Asimismo, se debe considerar que:

- Cada perfil vertical debe tener un punto de carga y varios puntos de apoyo que permitan los movimientos de dilatación del sistema.
- En cada punto de carga del perfil vertical pueden colocarse una o dos escuadras de doble altura (escuadra 160), cada una anclada con dos anclajes. Sin embargo, si se utilizan las escuadras de altura simple (escuadra 80), el punto de carga del perfil debe ejecutarse con dos escuadras.
- En cada punto de apoyo deberán colocarse escuadras, preferiblemente contrapeadas, a lo largo del perfil.
- Es recomendable que los puntos de carga se ubiquen sobre el frente del forjado de la estructura soporte, teniendo en cuenta las solicitaciones ejercidas sobre ellos. Además, también se recomienda que los puntos de carga de los distintos perfiles de un paño de fachada se coloquen alineados horizontalmente en una misma fila y altura.
- Las escuadras de los puntos de carga pueden situarse en cualquier lugar del perfil vertical aunque se recomienda que se sitúen en la parte superior del perfil.
- Las escuadras de los puntos de apoyo pueden ser ancladas sobre cualquier lugar de la estructura soporte, incluyendo si es necesario el frente de forjado.
- El anclaje de la escuadra al sustrato soporte deberá ser el definido en el proyecto siguiendo las especificaciones indicadas en la tabla 2.6.
- La distancia máxima entre escuadras de un mismo perfil deberá limitarse en función de los resultados

de los cálculos a partir de las acciones previstas en el proyecto. En ningún caso debe ser superior a 1,2 m.

#### 6.5. Montaje de los perfiles verticales

Los perfiles verticales se fijan a las alas de las escuadras de los puntos de carga y posteriormente a las escuadras de los puntos de apoyo.

El número mínimo de tornillos entre las escuadras y el perfil vertical son dos fijaciones por escuadra (posicionado en los agujeros simples para puntos de carga y en los agujeros colisos para puntos de apoyo). En el caso de las escuadras de altura 80 como punto de apoyo, si los resultados de los cálculos lo permiten, se podrá colocar una sola fijación por escuadra (posicionado en el agujero coliso).

Los perfiles verticales pueden cortarse a diferentes longitudes en función de las exigencias de la fachada y de los cálculos.

También debe definirse y comprobarse que la separación vertical entre dos perfiles consecutivos sea la necesaria para permitir su dilatación considerando las variaciones de temperatura indicadas en la sección AE del DB SE del CTE y para permitir absorber las posibles deformaciones de los forjados de la estructura, considerando 15 mm como un valor apropiado para los casos habituales. Asimismo se deben aplomar y alinear en dirección vertical y horizontal consiguiendo un único plano entre ellos, con una tolerancia de  $\pm 1$  mm/m para la longitud máxima del perfil (6 m).

La distancia máxima permitida entre perfiles verticales también deberá ser definida mediante los cálculos correspondientes. En ningún caso debe ser superior a 1,2 m.

Una vez colocados los perfiles, si la solución de la hoja interior del cerramiento de la fachada ventilada contempla la incorporación de un aislamiento térmico sobre su cara exterior (en contacto con la cámara de aire ventilada), se deberá proceder a la colocación de este aislante. En el caso de que sea aplicado mediante proyección, se debe proteger el lado frontal de los perfiles verticales, p.ej. con una cinta adhesiva que luego se pueda retirar fácilmente.

#### 6.6. Montaje de los perfiles guía horizontal

Los perfiles guía horizontal se montarán empezando por la parte inferior de la fachada.

Inicialmente el perfil de arranque queda fijado sobre los perfiles verticales atornillándolos mediante los tornillos autotaladrantes. Este perfil de arranque deberá montarse perfectamente nivelado.

A continuación se insertan las placas de revestimiento, previamente ranuradas, sobre el perfil de arranque y apoyándolas sobre su base. Al colocar la primera

placa, se apoya sobre ésta el perfil intermedio (junta 3 mm o junta 8mm) y se fija sobre el primero de los perfiles verticales. A medida que se vayan colocando las placas en la misma fila se va anclando el perfil intermedio a los perfiles verticales previamente montados. Cuando el perfil intermedio esté totalmente fijado a cada uno de los perfiles verticales se puede proceder a colocar la siguiente fila de placas siguiendo el mismo procedimiento anterior.

Al llegar a la última fila de placas, ésta se fija en su parte superior mediante otro perfil de arranque pero invertido (perfil de remate). La última fila se monta introduciendo las placas de lado, deslizándolas sobre el perfil inferior y superior (previamente fijados).

Para evitar el movimiento de las placas, en los extremos pueden colocarse unos puntos de adhesivo o masilla auxiliar.

Los perfiles horizontales pueden cortarse a diferentes longitudes en función de las exigencias de la fachada y de los cálculos.

### 6.7. Ejecución de los puntos singulares

Para la ejecución de los puntos singulares se deberán tener en cuenta los detalles constructivos indicados en el capítulo 5. FCV Aislamientos Envolventes SL puede facilitar asesoramiento técnico para el diseño y ejecución de puntos singulares.

En general se deberán tener en cuenta los siguientes aspectos:

- En el sistema con perfiles guía horizontal el espesor de la junta horizontal será 3 u 8 mm y el espesor de la junta vertical deben estar en el rango entre 3 y 5 mm.
- En el sistema simple el espesor de la junta horizontal y vertical debe estar en el rango entre 3 y 10 mm.
- El perfil metálico de vierteaguas y la barrera impermeable deberán tener unos alzados laterales (junto a los telares de las jambas) de modo que el agua no pueda filtrarse por las entregas de estos componentes a los telares de las jambas.
- La pieza de vierteaguas deberá ser colocada y diseñada de modo que no permita la acumulación de agua en ella.
- En los casos en que se requiera, se podrá colocar una capa de aislamiento térmico inmediatamente después de la barrera impermeable del vierteaguas, se deberá considerar que este aislamiento deberá tener la adecuada resistencia a compresión y rigidez para soportar el peso de la pieza de vierteaguas.

## 7. Otros criterios

### 7.1. Criterios de mantenimiento de los sistemas

Al igual que cualquier otro sistema constructivo, el sistema FCVAE ALU debe ser objeto de inspecciones periódicas de mantenimiento y conservación.

Para realizar estas revisiones se deben tener en cuenta las operaciones y periodos de inspección indicados en la tabla 6.1 la sección HS1 del DB HS para fachadas.

Estas operaciones de inspección deberán ser complementadas con los siguientes aspectos particulares:

- Respecto al conjunto de la fachada se deberán observar las posibles pérdidas de planicidad, aplomados, el correcto soporte entre las placas de revestimiento y los perfiles, etc.
- Respecto a los elementos metálicos se deberán observar los indicios de corrosión o de agua acumulada, así como la aparición de deformaciones.

En caso de observar alguno de estos aspectos o cualquier otro tipo de lesión, se deberá valorar el grado de importancia de la misma y, si se considera oportuno, proceder a su reparación. Como cualquier operación de mantenimiento de los edificios, estas operaciones deben ser consideradas por la propiedad y llevadas a cabo por técnicos cualificados.

### 7.2. Medidas para la protección del medio ambiente

Deberá optimizarse el consumo de material de los distintos componentes con objeto de evitar sobrantes y minimizar los residuos.

#### 7.2.1. Tratamiento de residuos

Tras la entrada en vigor de la Decisión 2000/532/CE y de sus modificaciones, donde se establece una nueva 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 7.1 se indican los códigos LER declarados por FCVAE para los distintos componentes.

Los residuos generados durante la puesta en obra 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 de los sistemas FCVAE	Código LER	TR
• Perfiles y escuadras de aluminio	170402	No especial
• Tornillos de acero inoxidable	170405	
<b>Otros materiales/envases</b>		
• Palés de madera	150103	No especial
• Sacos y envases compuestos	150105	

**Tabla 7.1:** Códigos LER declarados.

### 7.3. Condiciones exigibles a las empresas instaladoras de los sistemas

El sistema FCVAE ALU debe ser instalado por personal y/o empresas especializadas en la ejecución del sistema. Para demostrar la especialización, el personal de las empresas instaladoras deberá realizar la formación específica para la ejecución del sistema impartida por parte de los técnicos especializados de FCV Aislamientos Envolvertes SL.

Asimismo, se recomienda que la empresa instaladora esté certificada en relación a su capacidad para la puesta en obra del sistema FCVAE ALU ACE. Dicha certificación deberá ser emitida por un organismo autorizado al efecto e inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación (CTE), por ejemplo la Declaración ApTO (Aptitud Técnica en Obra) que otorga el ITeC.

## 8. Referencias de utilización y visitas de obras

### 8.1. Referencias de utilización

Como referencias de utilización se ha aportado la siguiente relación de obras:

#### Subestructura con perfil guía horizontal:

- Edificio de viviendas. C/ Estrasburgo. Sabadell. Barcelona.
- Bloques de viviendas. Camí del Llor. Sant Boi de Llobregat. Barcelona.
- Altrium. Centro Comercial. Sant Celoni. Barcelona.
- Edificio de viviendas. C/ Marie Curie. Granollers. Barcelona.
- Edificio de viviendas. Balsareny. Barcelona.
- Edificio de viviendas. C/ Elcano 44. Sabadell. Barcelona.
- Edificio de viviendas. C/ Josep Tarradellas esquina Fra Juníper Serra. El Masnou. Barcelona.
- Colegio privado. C/ Mercè Vilaret. Sant Cugat del Vallès. Barcelona.

#### Subestructura simple:

- Edificio de viviendas. C/ Amadeu Torner. L'Hospitalet de Llobregat. Barcelona.
- Edificio de viviendas. C/ Encuny. Zona Franca. Barcelona.
- Bloques de viviendas. C/Álaba esquina Guipúzcoa. Torressana. Terrassa. Barcelona.
- Bloques de viviendas. C/Marconi. Rubí. Barcelona.
- Edificio de viviendas. C/ Arcadia. Sabadell. Barcelona.
- Edificio de viviendas. Llevant Sud. El Masnou. Barcelona.
- Edificio de viviendas. Rambla Central de la Mina. Barcelona.

## 8.2. Visitas de obra

Se ha realizado un muestreo de obras realizadas con el sistema FCVAE ALU, ejecutadas y en proceso de ejecución.

Las obras seleccionadas han sido inspeccionadas por personal del ITeC durante la elaboración del DAU. Los informes de estas inspecciones quedan recogidos en el *Dossier Técnico del DAU 14/091*.

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

Los aspectos relevantes identificados en las visitas de obra se han incorporado a los criterios de proyecto y ejecución indicados en los capítulos 4 y 6.

## 9. Evaluación de ensayos y cálculos

Se ha evaluado la adecuación al uso del sistema FCVAE ALU como subestructura y fijación de placas de revestimiento en fachadas ventiladas, en relación con el cumplimiento del *Procedimiento Particular de Evaluación del DAU*.

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.

Los ensayos que forman parte de esta evaluación han sido realizados en los laboratorios de LGAI (Applus), sobre muestras tomadas en la planta que FCV Aislamientos Envoltentes SL de Terrassa (Barcelona).

Todos los informes de ensayo y de cálculos, así como el informe de toma de muestras, quedan recogidos en el *Dossier Técnico del DAU*.

En los siguientes apartados se presentan las evidencias consideradas para el presente DAU.

### 9.1. Ensayo de resistencia al viento

Se han ensayado el sistema FCVAE ALU frente a acciones de succión y presión de viento. El método de ensayo utilizado es el indicado en los documentos de referencia a nivel europeo (informe 13-7667-1874).

Los resultados obtenidos se indican en la tabla 9.1.

Estos resultados confirman los valores límites de acción estática de viento obtenidos a partir de las comprobaciones realizadas mediante cálculo del sistema FCVAE ALU (véase el apartado 9.6).

### 9.2. Ensayo de resistencia de los perfiles guía horizontal

Se han realizado ensayos de fuerza vertical y horizontal para los perfiles guía horizontal.

El método de ensayo utilizado es el indicado en los documentos de referencia a nivel europeo (informe 13-7667-1874).

Los resultados obtenidos son los indicados en la tabla 9.2.

### 9.3. Ensayo de resistencia de los tornillos sobre los perfiles

#### 9.3.1. Ensayo de resistencia al atravesamiento del tornillo a través del perfil guía horizontal (pull-through)

Se han realizado ensayos de resistencia del perfil guía horizontal a ser atravesado por el tornillo que lo une al perfil vertical. El método de ensayo utilizado es el indicado en los documentos de referencia a nivel europeo (informe 13-7667-1874).

Los resultados obtenidos son los indicados en la tabla 9.3.

#### 9.3.2. Ensayo de resistencia al arrancamiento del tornillo sobre el perfil vertical (pull-out)

Se han realizado ensayos de resistencia al arrancamiento del tornillo sobre el perfil vertical. El método de ensayo utilizado es el indicado en los documentos de referencia a nivel europeo (informe 13-7667-1874).

Los resultados obtenidos son los indicados en la tabla 9.3.

### 9.4. Ensayo de resistencia de las escuadras

#### 9.4.1. Ensayo de las escuadras frente a fuerza vertical

Se ha ensayado la resistencia de las escuadras de carga frente a fuerza vertical. El método de ensayo utilizado es el indicado en los documentos de referencia a nivel europeo (informe 13-7667-1874).

Los resultados obtenidos son los indicados en la tabla 9.4.

#### 9.4.2. Ensayo de las escuadras frente a fuerza horizontal

Se ha ensayado la resistencia de las escuadras de carga frente a fuerza vertical. El método de ensayo utilizado es el indicado en los documentos de referencia a nivel europeo (informe 13-7667-1874).

Los resultados obtenidos son los indicados en la tabla 9.4.

### 9.5. Ensayo de resistencia a cortante de los tornillos perfil-escuadra

Se han realizado ensayos de resistencia a cortante del tornillo de fijación entre el perfil vertical y la escuadra. El método de ensayo utilizado es el indicado en los documentos de referencia a nivel europeo (informe 13-7667-1874).

Los resultados obtenidos son los indicados en la tabla 9.3.

### 9.6. Cálculos

Se han realizado cálculos para el contraste de los resultados de los ensayos mecánicos de los componentes del sistema FCVAE ALU.

Las acciones verticales y horizontales (gravitatorias y viento) consideradas en estos cálculos son:

- Peso de las placas comprendido entre 10 kg/m<sup>2</sup> y 120 kg/m<sup>2</sup> en función del tipo de revestimiento empleado, y 4,0 kg/m<sup>2</sup> correspondientes al peso del sistema simple y 6,0 kg/m<sup>2</sup> correspondientes al peso del sistema compuesto con perfiles guía horizontal (véanse las tablas 9.5 y 9.6).
- Presión estática del viento antes de aplicar coeficientes de mayoración ( $q_e$ ) entre 0,40 y 3,00 kN/m<sup>2</sup>.

Los coeficientes de seguridad considerados son:

- Coeficiente de mayoración del peso:  $\gamma_{qp} = 1,35$ .
- Coeficiente de mayoración de acciones de viento:  $\gamma_{qv} = 1,50$ .
- Coeficiente de minoración de material:  $\gamma_{mat} = 1,10$ .

Las condiciones geométricas del sistema utilizadas son:

- Separación máxima entre perfiles verticales: 1,2 m.
- Separación máxima entre perfiles horizontales: 0,5 m.
- Longitud máxima del perfil vertical: 6,0 m.
- Separación máxima entre escuadras: 1,2 m.
- Disposición de las escuadras definida en el apartado 6.4.
- Los cálculos se realizan considerando el modelo de viga continua con 3 apoyos (dos tramos).

Los límites de comprobación utilizados son:

- Resultados de los ensayos mecánicos de los componentes (véanse los apartados anteriores).
- Valores de los límites elásticos de los materiales de los componentes (véase el capítulo 2).
- Flecha máxima admisible  $L/300$ .
- En el caso específico de los perfiles guía horizontal también se han comprobado los valores límite de resistencia frente a acción horizontal y vertical indicados en la tabla 9.2.

Las comprobaciones realizadas son:

- Resistencia de los perfiles guía horizontal, comprobación a tensión y flecha.
- Resistencia al arrancamiento del tornillo de unión entre el perfil guía horizontal y el perfil vertical.

- Resistencia al cortante del tornillo de unión entre el perfil guía horizontal y el perfil vertical.
  - Resistencia de los perfiles verticales a acciones horizontales, comprobación a tensión y flecha.
  - Resistencia de las escuadras, comprobación a tensión y flecha.
  - Resistencia a cortante de los tornillos de unión de las escuadras con los perfiles verticales.
  - Solicitaciones en el anclaje entre la escuadra y la estructura soporte, fuerza de arrancamiento y cizalla.
  - No se comprueba la resistencia del revestimiento.
- Los resultados obtenidos son los indicados en las tablas 9.5 a 9.7.

Formato de placa de revestimiento (i) (mm)	Tipo de ensayo	Máxima Q (ii) (Pa)	Desplazamiento bajo máxima Q (mm)	Desplazamiento después de recuperación de 1 minuto (mm)	Observaciones
600 x 400 x 30	Succión	3000	11,0 (iii) 8,8 (iv)	2,8 (iii)	No se producen defectos ni deformaciones permanentes apreciables.
	Presión	3000	5,7 (iii) 4,5 (iv)	2,4 (iii)	No se producen defectos ni deformaciones permanentes apreciables.

- (i) Placa de piedra natural.  
 (ii) Máxima acción del equipo de medida.  
 (iii) Dato medido en la mitad del perfil guía horizontal entre dos perfiles verticales.  
 (iv) Dato medido en la mitad del perfil vertical entre dos escuadras.

Probeta ensayada de dimensiones 2000x2400 mm: ejecutada con perfiles verticales de aluminio L50x42x2,0; perfiles horizontales intermedios de aluminio de junta 3; perfiles horizontales arranque/remate de aluminio, escuadras de aluminio 80x62x60x2,5, distancia entre perfiles horizontales 400 mm; distancia máxima entre perfiles verticales 800 mm.

**Tabla 9.1:** Resultados del ensayo de resistencia frente a acciones de presión y succión de viento.

Ensayo (*)	Perfil guía horizontal	Fuerza a 1 mm de deformación permanente (N)		Fuerza última (N) (***)	
		F <sub>m,1</sub>	F <sub>c,1</sub>	F <sub>m,u</sub>	F <sub>c,u</sub>
Fuerza vertical (peso)	Intermedio junta 3	986	732	1380	1317
	Intermedio junta 8				
	Arranque/remate (**)				
Fuerza horizontal (succión viento)	Intermedio junta 3 (**)	654	527	1157	1077
	Intermedio junta 8				
	Arranque/remate (**)				

Donde:

F<sub>m</sub> = valor medio de los resultados de los ensayos.

F<sub>c</sub> = valor característico (p = 95%) de los resultados de los ensayos con un nivel de confianza del 75%.

(\*) La distancia entre fijaciones del perfil es 1000 mm.

(\*\*) Perfiles sometidos al ensayo. Los resultados obtenidos para estos perfiles dan valor al resto de perfiles guía horizontal.

(\*\*\*) Fuerza última obtenida para un desplazamiento entre 13 y 15 mm en fuerza vertical y 40 mm en fuerza horizontal.

**Tabla 9.2:** Resultados del ensayo de resistencia de los perfiles guía horizontal.

Ensayo	Tipo de fijación (*)	Perfil	Fuerza última (N)		Modo de fallo
			F <sub>m,u</sub>	F <sub>c,u</sub>	
Atravesamiento sobre el perfil guía horizontal (pull-through)	ST4,2x25	Perfil guía horizontal intermedio junta 3 (**)	2547	2120	Rotura de la cabeza del tornillo
		Perfil guía horizontal intermedio junta 8			
		Perfil guía horizontal arranque/remate			
Arrancamiento sobre el perfil vertical (pull-out)	ST4,2x25	Perfil vertical de espesor 2,0 mm (**)	2381	2050	Salida del tornillo
Cortante	ST4,2x25	---	2317	2033	Rotura del tornillo

Donde:

F<sub>m</sub> = valor medio de los resultados de los ensayos.

F<sub>c</sub> = valor característico (p = 95%) de los resultados de los ensayos con un nivel de confianza del 75%.

(\*) Fijación mecánicamente más débil.

(\*\*) Perfil mecánicamente más débil sometido al ensayo. Los resultados obtenidos para estos perfiles dan valor al resto de perfiles.

**Tabla 9.3:** Resultados del ensayo de resistencia de los tornillos sobre los perfiles.

Tipo de fuerza	Escuadras	Fuerza para deformación permanente (N) (**)		Fuerza a desplazamiento (N)				Fuerza última (N) (***)		
				de 1 mm		de 3 mm				
				R <sub>mr</sub>	R <sub>cr</sub>	R <sub>md1</sub>	R <sub>cd1</sub>			R <sub>md2</sub>
Vertical (*)	Doble altura	160x62x60x2,5	6776	5861	3320	2706	10336	9279	20485	19829
		160x62x140x2,5	2260	1998	845	537	2462	2028	4465	4273
	Simple	80x62x60x2,5	1508	649	889	648	2809	1632	4800	4494
		80x62x140x2,5	568	387	219	190	561	514	1108	1068
Horizontal	Doble altura	160x62x60x2,5	3396	2389	---	---	---	---	3740	3590
		160x62x140x2,5	2166	1641	---	---	---	---	3760	3242
	Simple	80x62x60x2,5	2000	1763	---	---	---	---	2405	2216
		80x62x140x2,5	1761	1560	---	---	---	---	2169	2004

(\*) Valores correspondientes a una escuadra.

(\*\*) En fuerza vertical corresponde al valor de la fuerza característica para una distorsión residual del 0,2% de la longitud del ala.

En fuerza horizontal corresponde al valor de la fuerza característica para una distorsión residual de 1 mm tras retorno a cero de la fuerza aplicada durante el ensayo.

(\*\*\*) Fuerza última correspondiente a un desplazamiento de aproximadamente 10 mm.

Donde:

R<sub>m</sub> = valor medio de los resultados de los ensayos.

R<sub>c</sub> = valor característico (p = 95%) de los resultados de los ensayos con un nivel de confianza del 75%.

**Tabla 9.4:** Resultados del ensayo de resistencia de las escuadras.

Sistema simple						
Escuadra simple 80x62xLx2,5 (i)						
Longitud del perfil vertical (m)	Escuadra de ala larga (L = 140 mm)			Escuadra de ala corta (L = 60 mm)		
	Peso del revestimiento utilizado (kg/m <sup>2</sup> ) (ii)	Máxima separación entre perfiles verticales (mm)	Condición límite de fallo	Peso del revestimiento utilizado (kg/m <sup>2</sup> ) (ii)	Máxima separación entre perfiles verticales (mm)	Condición límite de fallo
6,0	≤ 10	≤ 450	(iii)	≤ 30	≤ 920	(iii)
	≤ 20	≤ 260		≤ 40	≤ 710	
	≤ 30	≤ 180		≤ 50	≤ 580	
5,0	≤ 10	≤ 540		≤ 30	≤ 1110	
	≤ 20	≤ 310		≤ 40	≤ 860	
	≤ 30	≤ 220		≤ 50	≤ 700	
4,0	≤ 10	≤ 670		≤ 30	≤ 1390	
	≤ 20	≤ 390		≤ 40	≤ 1070	
	≤ 30	≤ 270		≤ 50	≤ 870	
3,0	≤ 10	≤ 890	≤ 30	≤ 1500	(iv)	
	≤ 20	≤ 520	≤ 40	≤ 1430	(iii)	
	≤ 30	≤ 370	≤ 50	≤ 1160		

(i) Cálculo realizado con una escuadra como punto fijo y masa de los perfiles verticales igual a 4,0 kg/m<sup>2</sup>.

(ii) Valores antes de aplicar el coeficiente de mayoración de acción de peso.

(iii) Fuerza media para un desplazamiento de 3 mm del perfil ménsula.

(iv) Límite de separación entre perfiles verticales.

**Tabla 9.5a:** Resultados de los cálculos de comprobación por peso en función de la longitud del perfil vertical.

Sistema simple								
Escuadra de doble altura 160x62xLx2,5 (i)								
Longitud del perfil vertical (m)	Escuadra de ala larga (L = 140 mm)			Escuadra de ala corta (L = 60 mm)				
	Peso del revestimiento utilizado (kg/m <sup>2</sup> ) (ii)	Máxima separación entre perfiles verticales (mm)	Condición límite de fallo	Peso del revestimiento utilizado (kg/m <sup>2</sup> ) (ii)	Máxima separación entre perfiles verticales (mm)	Condición límite de fallo		
6,0	≤ 20	≤ 1150	(iii)	≤ 80	≤ 1380	(iii)		
	≤ 30	≤ 810		≤ 100	≤ 1110			
	≤ 40	≤ 620		≤ 120	≤ 930			
5,0	≤ 20	≤ 1380		≤ 80	≤ 1500		(iv)	
	≤ 30	≤ 970		≤ 100	≤ 1330		(iii)	
	≤ 40	≤ 750		≤ 120	≤ 1120			
4,0	≤ 20	≤ 1500		(iv)	≤ 80		≤ 1500	(iv)
	≤ 30	≤ 1210		(iii)	≤ 100		≤ 1500	(iii)
	≤ 40	≤ 940			≤ 120		≤ 1400	
3,0	≤ 20	≤ 1500	(iv)	≤ 80	≤ 1500	(iv)		
	≤ 30	≤ 1500	(iii)	≤ 100	≤ 1500			
	≤ 40	≤ 1250		≤ 120	≤ 1200			

(i) Cálculo realizado con una escuadra como punto fijo y masa de los perfiles verticales igual a 4,0 kg/m<sup>2</sup>.

(ii) Valores antes de aplicar el coeficiente de mayoración de acción de peso.

(iii) Fuerza media para un desplazamiento de 3 mm del perfil ménsula.

(iv) Límite de separación entre perfiles verticales.

**Tabla 9.5b:** Resultados de los cálculos de comprobación por peso en función de la longitud del perfil vertical.

Sistema compuesto con perfil guía horizontal							
Escuadra simple 80x62xLx2,5 (i)							
Longitud del perfil vertical (m)	Escuadra de ala larga (L = 140 mm)			Escuadra de ala corta (L = 60 mm)			
	Peso del revestimiento utilizado (kg/m <sup>2</sup> ) (ii)	Máxima separación entre perfiles verticales (mm)	Condición límite de fallo	Peso del revestimiento utilizado (kg/m <sup>2</sup> ) (ii)	Máxima separación entre perfiles verticales (mm)	Condición límite de fallo	
6,0	≤ 10	≤ 390	(iii)	≤ 20	≤ 1210	(iii)	
	≤ 20	≤ 240		≤ 30	≤ 870		
	≤ 30	≤ 170		≤ 40	≤ 680		
5,0	≤ 10	≤ 470		≤ 20	≤ 1450		
	≤ 20	≤ 290		≤ 30	≤ 1050		
	≤ 30	≤ 210		≤ 40	≤ 820		
4,0	≤ 10	≤ 590		≤ 20	≤ 1500		(iv)
	≤ 20	≤ 360		≤ 30	≤ 1310		(iii)
	≤ 30	≤ 260		≤ 40	≤ 1020		(iii)
3,0	≤ 10	≤ 780	≤ 20	≤ 1500	(iv)		
	≤ 20	≤ 480	≤ 30	≤ 1500	(iv)		
	≤ 30	≤ 350	≤ 40	≤ 1370	(iii)		

(i) Cálculo realizado con una escuadra como punto fijo, masa de los perfiles verticales igual a 4,0 kg/m<sup>2</sup> y masa de los perfiles horizontales igual a 2,0 kg/m<sup>2</sup>.

(ii) Valores antes de aplicar el coeficiente de mayoración de acción de peso.

(iii) Fuerza media para un desplazamiento de 3 mm del perfil ménsula.

(iv) Límite de separación entre perfiles verticales.

**Tabla 9.6a:** Resultados de los cálculos de comprobación por peso en función de la longitud del perfil vertical.

Sistema compuesto con perfil guía horizontal							
Escuadra de doble altura 160x62xLx2,5 (i)							
Longitud del perfil vertical (m)	Escuadra de ala larga (L = 140 mm)			Escuadra de ala corta (L = 60 mm)			
	Peso del revestimiento utilizado (kg/m <sup>2</sup> ) (ii)	Máxima separación entre perfiles verticales (mm)	Condición límite de fallo	Peso del revestimiento utilizado (kg/m <sup>2</sup> ) (ii)	Máxima separación entre perfiles verticales (mm) (iii)	Condición límite de fallo	
6,0	≤ 20	≤ 1060	(iii)	≤ 80	≤ 1160	(v)	
	≤ 30	≤ 760		≤ 100	≤ 1080	(iii)	
	≤ 40	≤ 600		≤ 120	≤ 920	(iii)	
5,0	≤ 20	≤ 1270		≤ 80	≤ 1160	(v)	
	≤ 30	≤ 920		≤ 100	≤ 1080	(v)	
	≤ 40	≤ 720		≤ 120	≤ 1000	(vi)	
4,0	≤ 20	≤ 1500		(iv)	≤ 80	≤ 1160	(v)
	≤ 30	≤ 1150		(iii)	≤ 100	≤ 1080	(v)
	≤ 40	≤ 900		(iii)	≤ 120	≤ 1000	(vi)
3,0	≤ 20	≤ 1500	(iv)	≤ 80	≤ 1160	(v)	
	≤ 30	≤ 1500	(iv)	≤ 100	≤ 1080	(v)	
	≤ 40	≤ 1200	(iii)	≤ 120	≤ 1000	(vi)	

(i) Cálculo realizado con una escuadra como punto fijo, masa de los perfiles verticales igual a 4,0 kg/m<sup>2</sup> y masa de los perfiles horizontales igual a 2,0 kg/m<sup>2</sup>.

(ii) Valores antes de aplicar el coeficiente de mayoración de acción de peso.

(iii) Fuerza media para un desplazamiento de 3 mm del perfil ménsula.

(iv) Límite de separación entre perfiles verticales.

(v) Flecha L/300 del perfil guía horizontal junta 3.

(vi) Tensión del perfil guía horizontal junta 3.

**Tabla 9.6b:** Resultados de los cálculos de comprobación por peso en función de la longitud del perfil vertical.

<b>Sistema simple</b>				
Entre perfiles verticales	Separación (mm)		Máxima succión estática de viento, $q_e$ (i) (kN/m <sup>2</sup> )	Condición límite de fallo (ii)
	Entre escuadras			
1200	500		$\leq 1,25$	(iii)
	750		$\leq 0,80$	
	1000		$\leq 0,60$	(iii) (iv)
	1200		$\leq 0,40$	(iv)
1000	500		$\leq 1,50$	(iii)
	750		$\leq 1,00$	
	1000		$\leq 0,75$	(iii) (iv)
	1200		$\leq 0,50$	(iv)
750	500		$\leq 2,00$	(iii)
	750		$\leq 1,30$	
	1000		$\leq 1,00$	(iii) (iv)
	1200		$\leq 0,70$	(iv)
500	500		$\leq 3,00$	(v)
	750		$\leq 2,00$	(iii)
	1000		$\leq 1,50$	(iii) (iv)
	1200		$\leq 1,00$	(iv)

- (i) Valores antes de aplicar el coeficiente de mayoración.
- (ii) No se considera la resistencia del revestimiento.
- (iii) Valor límite mínimo de la acción para una distorsión residual de 1 mm de la escuadra 80x62x140x2,5.
- (iv) Límite elástico del perfil vertical L50x40x2,0.
- (v) Valor límite del ensayo de viento (3000 Pa).

**Tabla 9.7a:** Resultados de los cálculos de comprobación de la resistencia frente a acciones de viento.

<b>Sistema compuesto con perfil guía horizontal</b>				
Entre perfiles verticales	Separación (mm)		Máxima succión estática de viento, $q_e$ (i) (kN/m <sup>2</sup> )	Condición límite de fallo (ii)
	Entre escuadras			
1200	$\leq 750$		$\leq 0,70$	(vi)
	1000		$\leq 0,60$	(iii) (iv)
	1200		$\leq 0,40$	(iv)
1000	500		$\leq 1,00$	(vi)
	750		$\leq 1,00$	(iii)
	1000		$\leq 0,75$	(iii) (iv)
	1200		$\leq 0,50$	(iv)
750	500		$\leq 1,80$	(vi)
	750		$\leq 1,30$	(iii)
	1000		$\leq 1,00$	(iii) (iv)
	1200		$\leq 0,70$	(iv)
500	500		$\leq 3,00$	(v)
	750		$\leq 2,00$	(iii)
	1000		$\leq 1,50$	(iii) (iv)
	1200		$\leq 1,00$	(iv)

- (i) Valores antes de aplicar el coeficiente de mayoración.
- (ii) No se considera la resistencia del revestimiento.
- (iii) Valor límite mínimo de la acción para una distorsión residual de 1 mm de la escuadra 80x62x140x2,5.
- (iv) Límite elástico del perfil vertical L50x40x2,0.
- (v) Valor límite del ensayo de viento (3000 Pa).

**Tabla 9.7b:** Resultados de los cálculos de comprobación de la resistencia frente a acciones de viento.

## 10. Comisión de Expertos

El DAU es 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 la forman representantes de distintos organismos e instituciones, 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 relevantes de la Comisión de Expertos han sido incorporados al texto del presente DAU.

## 11. Documentos de referencia

- Código Técnico de la Edificación. Documentos Básicos del CTE: DB SE, DB SI, DB HS, DB SUA, DB HR y DB HE.
- Decisión 2000/532/CE. Decisión en lo relativo a la lista de residuos. Decisión con modificaciones.
- RD 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- RD 842/2013 por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.
- ETAG 034. Kit de revestimientos exteriores de fachada.
- EN ISO 9223. Corrosion of metals and alloys - Corrosivity of atmospheres - Classification, determination and estimation.
- UNE EN 14411. Baldosas cerámicas. Definiciones, clasificación, características, evaluación de la conformidad y marcado.
- UNE EN 1469. Piedra natural. Placas para revestimientos murales. Requisitos.
- UNE EN 1999-1-1. Eurocódigo 9: Diseño de estructuras de aluminio. Parte 1-1: Reglas generales.
- UNE EN 755-1. Aluminio y aleaciones de aluminio. Parte 1: Condiciones técnicas de inspección y suministro.
- UNE EN 755-2. Aluminio y aleaciones de aluminio para forja. Parte 2: Características mecánicas.
- UNE EN ISO 10666. Tornillos autotaladrantes y autorroscantes. Características mecánicas y funcionales.
- UNE EN ISO 14588. Remaches ciegos. Terminología y definiciones.
- UNE EN ISO 15480. Tornillos autotaladrantes con cabeza hexagonal de arandela, con rosca autorroscante
- UNE EN ISO 3506-1. Características mecánicas de los elementos de fijaciones de acero inoxidable resistente a la corrosión. Parte 1: Pernos, tornillos y bulones.
- UNE EN ISO 3506-4. Características mecánicas de los elementos de fijaciones de acero inoxidable resistente a la corrosión. Parte 4: Tornillos autorroscantes.
- UNE EN ISO 9001. Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos.

## 12. Evaluación de la adecuación al uso

Vistas las siguientes evidencias técnicas experimentales obtenidas durante la elaboración del DAU 14/091 siguiendo los criterios definidos en el *Procedimiento Particular de Evaluación del DAU 14/091*, elaborada por el ITeC:

- resultados de los ensayos y cálculos,
- información obtenida en las visitas de obra,
- control de producto de FCV Aislamientos Envolveres SL,
- criterios de proyecto y detalles constructivos del sistema,
- instrucciones del montaje 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 FCVAE ALU de FCV Aislamientos Envolveres SL, compuesto por:

- los perfiles guía horizontal definidos en el apartado 2.1,
- los perfiles verticales definidos en el apartado 2.2,
- las escuadras definidas en el apartado 2.3,
- los tornillos definidos en el apartado 2.4,

y ejecutado de acuerdo con las instrucciones y criterios que constan en este DAU, es adecuado para la construcción de:

- subestructura y fijaciones para placas de revestimiento en hoja exterior de fachada ventilada.

puesto que cumple con los requisitos reglamentarios relevantes en materia de seguridad estructural y protección contra incendios, 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 sistema FCVAE ALU de FCV Aislamientos Envolveres SL.

La validez del DAU queda sujeta a las acciones y condiciones de seguimiento que se especifican en el capítulo 13 y a las condiciones de uso del capítulo 14.

\* Registro General de Organismos Autorizados del CTE:  
[www.codigotecnico.org/web/recursos/registro/regooaa/texto\\_0011.html](http://www.codigotecnico.org/web/recursos/registro/regooaa/texto_0011.html)

**DAU** 14/091  
 Documento  
 de adecuación al uso



El Director Técnico del ITeC



## 13. 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 15 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.

## 14. 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.

## 15. Lista de modificaciones de la presente edición

La versión informática del DAU recoge, si las hubiera, las actualizaciones, modificaciones y correcciones de la edición A del DAU 14/091, 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  
ES08018 Barcelona  
T +34 933 09 34 04  
qualprod@itec.cat  
itec.es

