



Fachadas ventiladas y pavimentos técnicos

**FACHADAS VENTILADAS Y PAVIMENTOS TÉCNICOS**

Material formativo para prescriptores

# Cerámica para la arquitectura



# Cerámica para la arquitectura



## Presentación

La necesidad de trasladar al colectivo de arquitectos y profesionales de la construcción los avances realizados por la industria cerámica en los últimos años especialmente desarrollados para la arquitectura y construcción han motivado principalmente la presente publicación.

A pesar de que el cerámico es conocido como un sector tradicional, lo cierto es que la actual oferta cerámica española se desarrolla utilizando alta tecnología, y el avance que ha experimentado es proporcional al potencial que aún le queda por recorrer, teniendo en cuenta campos tan amplios como la aplicación de nanotecnologías, investigación en recubrimientos cerámicos avanzados, etc.

Esta cerámica de alta tecnología y amplia capacidad propositiva a nivel estético sigue siendo aún ignorada por una parte importante del colectivo de prescriptores de productos cerámicos. De ahí el impulso que desde el sector cerámico español a través de ASCER, la asociación que representa prácticamente al 100% de la producción de azulejos y pavimentos cerámicos, desea proporcionar al mayor conocimiento de este material hoy considerado de vanguardia, siendo una de las múltiples acciones que está realizando, la de elaborar material docente e informativo enfocado especialmente a este colectivo, a fin de que la apropiada información asegure una correcta selección de los materiales junto a una adecuada ejecución de los proyectos y en fin, procure un grado de acercamiento mayor a la cerámica.

El primero de estos módulos formativos “Productos cerámicos en arquitectura. Fundamentos”, plantea un recorrido por todos aquellos aspectos del producto cerámico relacionados con el proyecto y la ejecución de obras de arquitectura, centrándose en ofrecer mayor conocimiento sobre los procesos empleados en la fabricación de las baldosas y pavimentos cerámicos con el objeto de poder adecuarlos a las características propias de cada proyecto. En el manual se trata el proceso general de fabricación incidiendo especialmente en los métodos de conformado existentes así como en los diferentes materiales cerámicos. También se incluye interesante información sobre las funciones que pueden cumplir los materiales cerámicos y aspectos referentes al proyecto y ejecución tales como normativa, puesta en obra o patologías.

El presente trabajo constituye el segundo módulo, “Productos cerámicos en arquitectura. Fachadas ventiladas y suelos técnicos” y ofrece una visión sobre los actuales sistemas cerámicos donde las subestructuras o elementos metálicos son parte fundamental, tratándose básicamente dos tipologías: fachadas ventiladas y suelos técnicos.

Además de estas publicaciones, el sector cerámico español ha creado varias vías para acercar la cerámica a los prescriptores, como son, por ejemplo, la serie de Cátedras de Cerámica que tiene ASCER en marcha en diferentes Escuelas de Arquitectura de España: Barcelona, Valencia, Alicante, Madrid y Castellón. La Red de Cátedras escenifica el acercamiento y la complicidad entre la Universidad y el sector productor de las baldosas cerámicas, complicidad entendida como intercambio mutuo de conocimientos y experiencias. Las Cátedras permiten a la industria azulejera incorporar a la formación de los futuros arquitectos un mayor conocimiento técnico del producto, así como de las enormes posibilidades estéticas que la baldosa cerámica puede aportar al trabajo creativo de estos profesionales. Por otro lado, permite a los futuros arquitectos orientar sus propuestas hacia la cerámica, innovando en formatos ya existentes o bien desarrollando nuevas aplicaciones que son trasladadas a las empresas.

Los Premios Cerámica de Arquitectura e Interiorismo, son otro camino mediante el cual ASCER divulga a nivel internacional aquellas obras de arquitectura contemporánea que destacan por su uso de la cerámica. Cada vez más arquitectos de prestigio mundial incorporan este material en sus proyectos más emblemáticos: Zaera-Polo, Patxi Mangado, EMBT, Guillermo Vázquez-Consuegra, etc. son algunos de los profesionales galardonados en los Premios Cerámica.

La publicación de monográficos sobre el uso de la cerámica en arquitectura reciente es otra de las herramientas de divulgación utilizada. Los dos volúmenes de "La Cerámica en Arquitectura" recogen en total cerca de 100 obras repartidas por todo el mundo, en las que la cerámica juega un papel destacado. También las diferentes Cátedras de Cerámica editan anualmente las memorias donde se recogen las principales conclusiones de los cursos académicos, los proyectos desarrollados por los alumnos, y las conferencias que en el seno de las Cátedras se imparten.

La cerámica, como producto siempre vivo y actual, seguirá ofreciendo enormes posibilidades creativas y funcionales a los futuros profesionales. En la medida en que sepamos comunicarlas, lograremos que siga ocupando el lugar que merece en la arquitectura.

ASCER

(Asociación Española de Fabricantes de Azulejos y Pavimentos Cerámicos)



# Fachadas ventiladas

## **Antecedentes 12**

### **Sistemas 14**

Componentes básicos 16

*Elemento soporte* 16

*Capa aislante térmico* 17

*Subestructura metálica* 17

*Cámara de aire* 17

*Paramento exterior* 18

Funcionamiento 18

*Aislamiento térmico* 18

*Eliminación de condensaciones* 19

*Eliminación de puentes térmicos* 20

*Protección contra el agua* 20

*Ventajas del gres porcelánico en las fachadas ventiladas* 21

Necesidades y demandas de los  
sistemas de fachada ventilada 22

Clasificación según tipo de anclaje 25

*Anclaje oculto* 25

*Anclaje visto* 31

## **Normativa 34**

### **Especificaciones en proyecto 36**

Definición de los documentos de proyecto en los que se  
contienen las especificaciones de fachada ventilada 37

Prescripciones sobre el soporte, sistema de anclaje,  
baldosas cerámicas y aislante térmico 38

Prescripciones sobre la ejecución 38

Ejemplo de especificación de fachada ventilada 39

### **Control de obra 42**

Control de recepción en obra de productos y sistemas 43

Control de ejecución de fachada ventilada 44

Control de la fachada terminada 45

# Pavimentos técnicos

## **50 Antecedentes**

## **52 Sistemas**

53 Componentes básicos

53 *Bandejas o piezas cerámicas*

55 *Subestructura horizontal (opcional)*

55 *Pedestales*

56 *Espacio técnico*

56 Funcionamiento

56 *Adaptabilidad*

57 *Instalaciones*

57 *Versatilidad*

58 Tipos

58 *Exterior*

61 *Interior*

## **66 Normativa**

## **70 Especificaciones en proyecto**

71 Definición de los documentos de proyecto en los que se contienen las especificaciones de suelo técnico

72 Prescripciones sobre el sistema, baldosas cerámicas y aislantes

72 Prescripciones sobre la ejecución

73 Ejemplo de especificación de pavimento técnico

## **74 Control de obra**

75 Control de recepción en obra de los componentes del sistema

77 Control de ejecución del pavimento técnico

79 Control del pavimento técnico terminado

# Bibliografía

## **82 Bibliografía**

índice







**fachadas  
ventiladas**

# Fchn

Antecedentes

**E**n la era de la información y la imagen, la fachada se ha convertido en uno de los elementos más importantes en la arquitectura contemporánea. En palabras de Manuel Gausa en la actualidad se "sustituye la idea de fachada por la de piel: capa exterior mediadora entre el edificio y su entorno. No hay un alzado neutro sino una membrana activa, informada; comunicada y comunicativa." Y en este sentido podemos contemplar la fachada como un elemento multifuncional, ya no solo separa exterior e interior, sino que se le puede dotar de otras funciones semánticas, estructurales y/o técnicas.

El primer antecedente de la fachada ventilada podemos encontrarlo en el Marine Hospital en Portland construido en 1859 donde se utiliza el Cavity wall. Aunque esta solución estaba dirigida a muros de hasta dos alturas, aventuraba lo que actualmente se conoce como fachada ventilada. Tanto la hoja exterior como la interior estaban constituidas por ladrillo macizo y conectadas por elementos metálicos. Su principal funcionalidad consistía en evitar las humedades en el muro interior.

Por otra parte, la utilización de la cerámica en la arquitectura ha sido un hecho constante a lo largo de la historia en la arquitectura. Sin retroceder mucho en el tiempo podemos apreciar las construcciones y técnicas del modernismo que unieron mediante una perfecta simbiosis a artesanos y arquitectos en la definición de los proyectos. Sin embargo, tras finalizar la Segunda Guerra Mundial y con la consolidación del Movimiento Moderno, la utilización del material cerámico se recluye al interior de las viviendas, debido fundamentalmente a motivos estéticos, el lenguaje que dicho movimiento utiliza y motivos constructivos.

Afortunadamente dos factores han permitido contemplar la cerámica como un material excelente para la arquitectura actual. En primer lugar la puesta en crisis del Movimiento Moderno y sus postulados, sustituido por un nuevo pensamiento donde se revaloriza la semántica en la construcción, la identidad, la diversidad, y la más reciente conciencia medioambiental. El otro factor fundamental para dicho resurgimiento lo encontraríamos en los avances técnicos de los materiales y de los sistemas que componen las fachadas cerámicas, minimizando la influencia de una mano de obra poco especializada.

Estos nuevos sistemas podemos diferenciarlos en tres grupos fundamentales:

#### > **Adherencia directa.**

Los nuevos sistemas de adherencia directa se basan en adhesivos cementosos con una alta proporción de ligantes mixtos, que garantizan un alto nivel de adherencia química en contraposición con el tradicional mortero de cemento y arena con adherencia mecánica. Estos adhesivos proporcionan una gran adherencia y si su aplicación es correcta garantizan una perfecta colocación. En el volumen de esta misma colección: "Cerámica para la arquitectura. Fundamentos" se puede encontrar información detallada sobre estas técnicas.

#### > **Anclajes mecánicos.**

Se basan en sistemas de anclaje más o menos complejos, que fijan la pieza cerámica a la fachada. Este tipo de sistemas los analizaremos en esta publicación detallando elementos tales como subestructura, aislante, soporte, etc.

#### > **Anclajes mixtos.**

Como su propio nombre indica los sistemas mixtos consisten en combinar los dos sistemas anteriormente mencionados, aunque ambos tienen la capacidad de ser utilizados de forma individual y autónoma, cuando las piezas cerámicas superan las proporciones o los pesos convencionales, se combinan los dos sistemas para una mayor seguridad.

# Sistemas

## **Componentes**

Elemento soporte

Capa aislante térmico

Subestructura metálica

Cámara de aire

Paramento exterior

## **Funcionamiento**

Aislante térmico

Eliminación de condensaciones

Eliminación de puentes térmicos

Protección contra el agua

Ventajas del gres porcelánico en las fachadas ventiladas

## **Necesidades y demandas de los sistemas de fachada ventilada**

## Clasificación según el tipo de anclaje

Anclaje oculto

adhesivo lineal

adhesivo puntual

grapa oculta deslizante

grapa en junta horizontal

grapa oculta en junta vertical

perfil ranurado en canto

perfil oculto ranurado en reverso

perfil oculto adhesivado

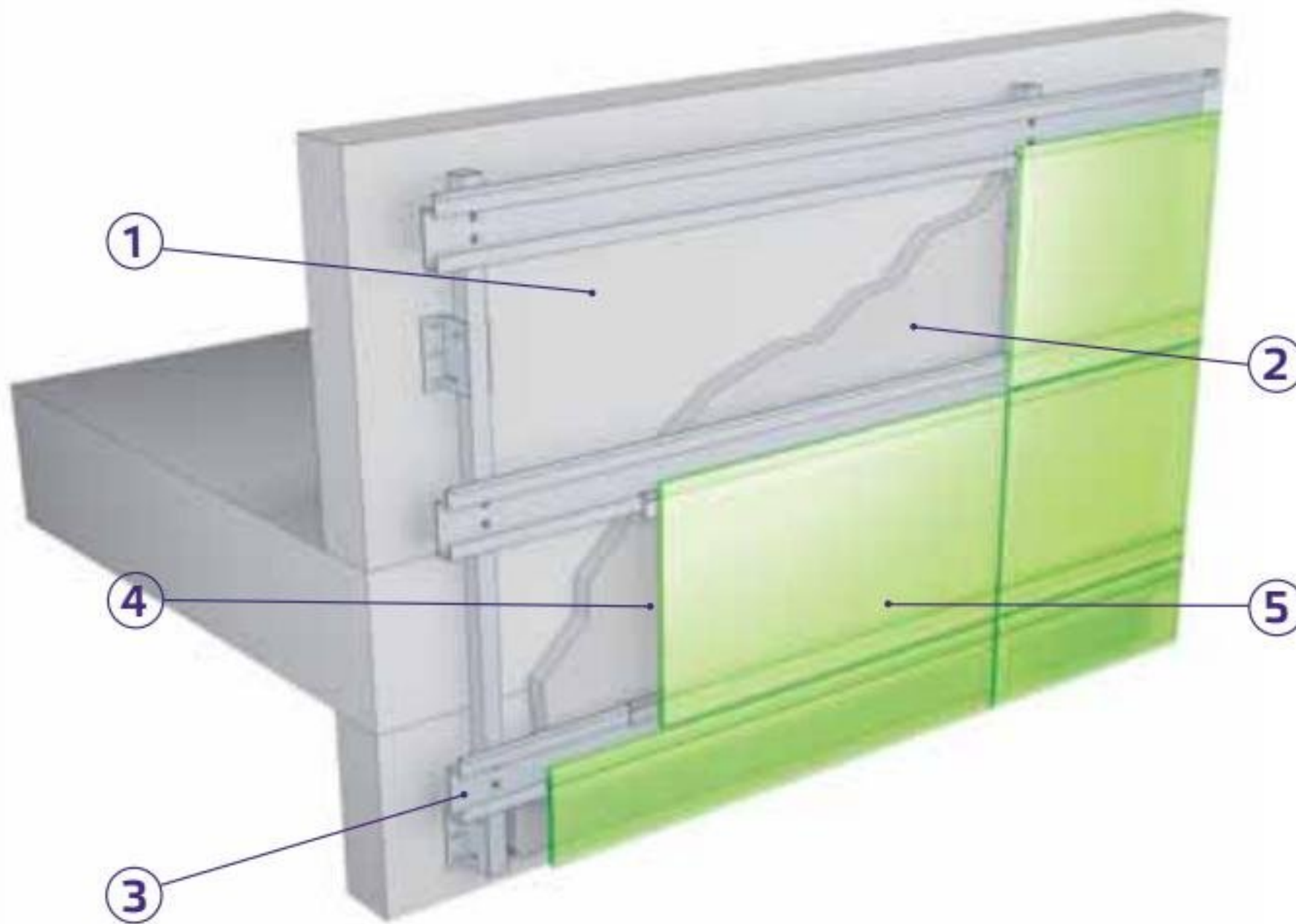
Anclaje visto

grapa vista

perfil visto

taladro visto

## Componentes básicos



ESQUEMA 1.1. Partes de una fachada.

La fachada ventilada se caracteriza fundamentalmente por ser un cerramiento con una cámara aireada, separada por dos hojas, una interior, encargada de resolver el aislante térmico y la estanqueidad, y otra hoja exterior, cuya misión principal es formar dicha cámara de aire, garantizando una ventilación continuada a lo largo de toda la superficie de la fachada.

- ① Elemento soporte
- ② Capa aislante térmico
- ③ Subestructura metálica
- ④ Cámara de aire
- ⑤ Paramento exterior (Cerámica)

## Elemento soporte

En una fachada ventilada el elemento soporte es el encargado de dar estabilidad a la composición, dotar de propiedades de aislamiento acústico al sistema y servir de soporte para el acabado interior de la edificación y el aislante térmico.

Fundamentalmente existen dos tipos de elementos soporte, según el sistema estructural del edificio:

- > Si el cerramiento es un muro de carga, la subestructura se anclará directamente con anclajes puntuales. Las características acústicas dependerán directamente de su materialización, y este servirá de soporte directo tanto para el acabado interior como para la capa de aislante térmico.
- > Si la estructura es un entramado de pilares y vigas, la subestructura se anclará a estos mediante anclajes de "sustentación". Sobre el forjado se apoyará una hoja de cerramiento de fábrica sin carácter estructural, encargado de recibir los esfuerzos horizontales a través de los anclajes denominados "de retención", así como las funciones aislantes acústicas y servir de soporte para el aislante térmico. Por lo tanto se tendrán que tener en cuenta estos esfuerzos en su dimensionado.

## Capa aislante térmico

La característica fundamental del aislante será su alta resistencia térmica. Para su buen funcionamiento es necesario que el aislante térmico recubra todo el paramento de forma continua, eliminando los posibles puentes térmicos.

Existen en el mercado un gran número de aislantes térmicos, como el poliestireno extrudido, poliuretano, fibras de vidrio, etc. Se suministrarán en piezas rígidas que se anclaran al elemento soportes según prescripciones técnicas del fabricante o en forma líquida que se proyectará sobre el muro soporte, forjados y demás elementos que configuren el paramento exterior.

## Subestructura metálica

La subestructura es un entramado de perfiles metálicos que sostienen la capa exterior separada suficientemente del sistema para crear la cámara de aire necesaria para el correcto funcionamiento de la fachada ventilada.

El entramado dependerá del sistema utilizado, pudiendo resolverse con elementos puntuales, elementos lineales verticales o elementos verticales y horizontales.

Generalmente se utiliza perfilera de aluminio, por su ligereza y su amplio abanico de posibilidades de diseño, al ser un elemento extrudido. En contrapartida están la baja resistencia y la mayor deformabilidad, si lo comparamos con el acero.

El acero es el otro material utilizado en las subestructuras, normalmente en chapas galvanizadas conformadas en frío por plegado. Sin embargo, se utilizan poco por su elevado coste.

En todo caso, ha de tenerse en cuenta las incompatibilidades de los materiales "que generen pares galvánicos por contacto entre materiales de diferente naturaleza como aleaciones de aluminio y acero inoxidable en atmósferas agresivas (cerca del mar o atmósferas industriales).

La subestructura será la encargada de recibir y transmitir al elemento soporte las acciones verticales aplicadas, el peso de la hoja exterior y el propio peso y los esfuerzos horizontales del viento.

## Cámara de aire

La cámara de aire es el elemento característico de toda fachada ventilada que la diferencia del resto de cerramientos convencionales.

Esta cámara permite la ventilación por el trasdós y aumenta considerablemente la eficiencia energética de estas fachadas, mejorando el comportamiento del aislamiento térmico, la eliminación de condensaciones, la eliminación de puentes térmicos y la protección contra el agua.

## Paramento exterior

Las funciones principales del paramento exterior son:

- > Configurar la cámara de aire y permitir su correcta ventilación. Para ello es fundamental estudiar el tamaño de junta y la separación del paramento con la capa del aislante térmico, que suele estar entorno a los cinco centímetros.
- > Los elementos de revestimiento exterior son los encargados de recibir las acciones horizontales directamente aplicadas sobre ellos y trasmitirlas a la subestructura de la fachada ventilada. Como las piezas trabajan a flexión en una o dos direcciones, dependiendo del tipo de anclaje a la subestructura, se ha de comprobar su resistencia para dichas condiciones.
- > Por último, la función estética ha pasado a ser uno de los requisitos fundamentales de los paramentos exteriores, debido a las exigencias de la cultura contemporánea, basada en la imagen, la marca, la singularidad o la identidad.

## Funcionamiento

La fachada ventilada es un cerramiento multi-estrato que introduce una cámara ventilada en su interior.

Esta cámara interior ventilada dota de una gran eficiencia energética al sistema, que lo diferencia del resto de cerramientos. Seguidamente analizaremos algunas de las ventajas fundamentales:

## Aislamiento térmico

La fachada ventilada en su conjunto, proporciona un eficaz aislamiento frente al calor extremo, gracias a la suma de sus diferentes estratos (ESQUEMA 1.2). El primer elemento que interviene en el aislamiento, es la piel externa, que protegerá al resto del sistema de la acción directa de los rayos de sol.

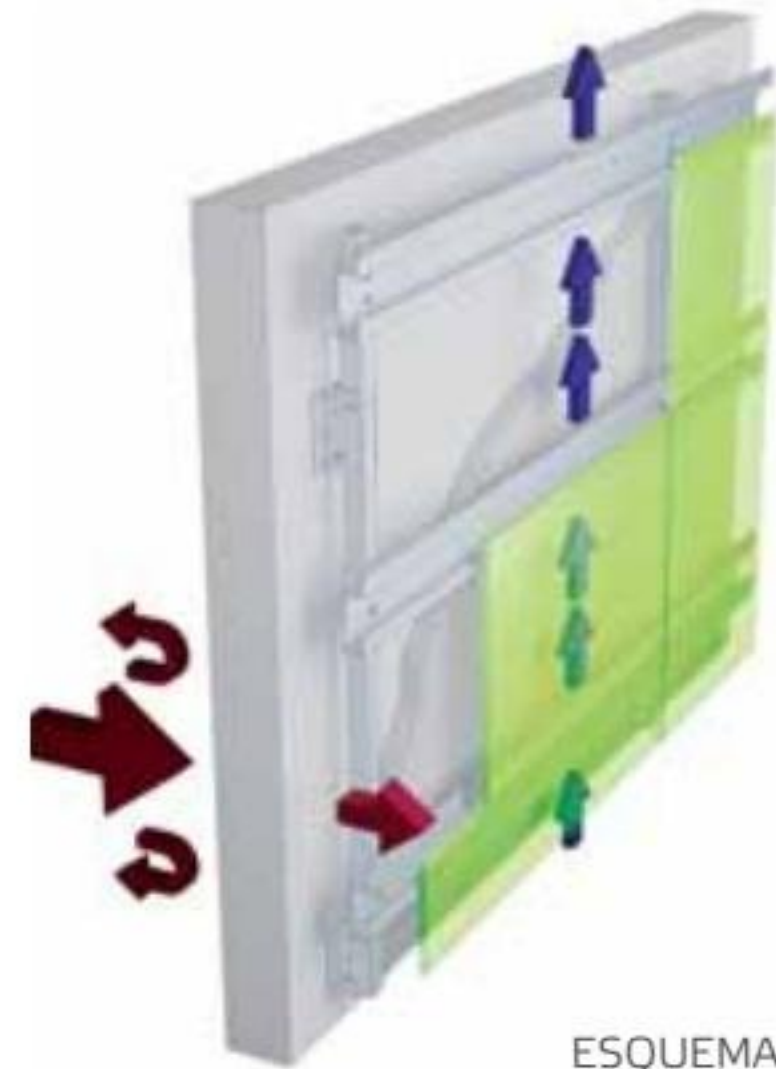
El calor generado en el intradós de la piel por la incidencia de los rayos solares calienta el aire de la cámara disminuyendo su densidad, provocando la ascensión del mismo. De este modo se produce un flujo de aire por el interior de la cámara que extrae el aire caliente.

Finalmente el aislante térmico, o tercera capa, debe cubrir todo el muro del cerramiento de forma continua eliminando los posibles puentes térmicos.

Durante las estaciones frías la fachada ventilada funciona de un modo distinto (ESQUEMA 1.3), ya que la temperatura elevada se encuentra en el interior de la edificación. Por lo tanto la primera barrera que impide las pérdidas caloríficas será el muro y seguidamente el aislante térmico adherido. Por último, el movimiento ascendente de aire caliente mantendrá seca la superficie del aislamiento.



ESQUEMA 1.2.  
Estaciones cálidas.



ESQUEMA 1.3.  
Estaciones frías.

## Eliminación de condensaciones

Todas las fachadas, separan dos espacios con diferente temperatura, generándose un flujo de calor desde el cálido al frío. Esta diferencia de calor, puede provocar condensaciones de la humedad del aire, debido al punto de rocío o temperatura a la que empieza a condensar el vapor de agua.

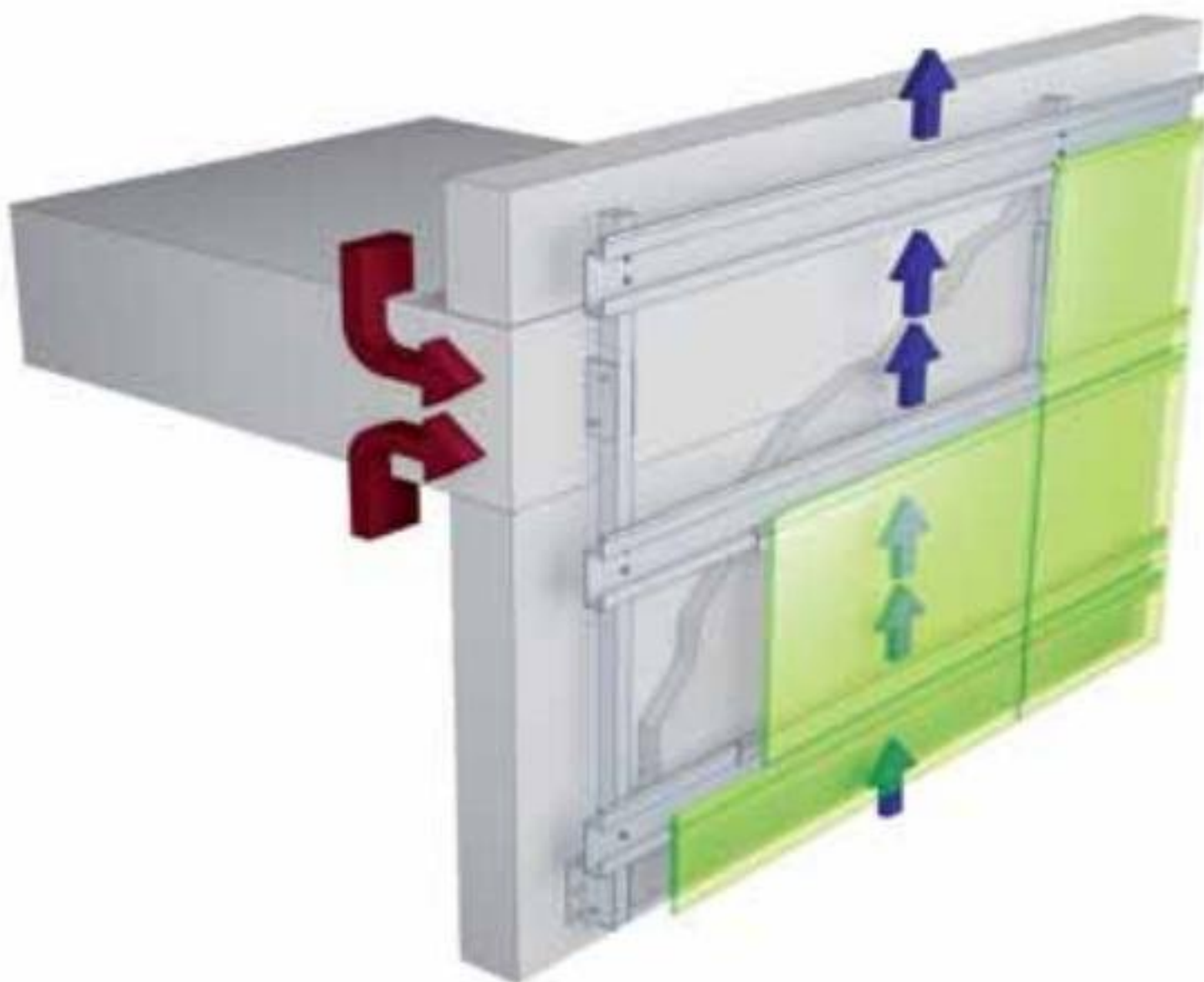
Por lo tanto, para evitar la condensación es importante que en ninguna zona del cerramiento la temperatura descienda por debajo del punto de rocío o bien que la humedad sea lo suficientemente baja (ESQUEMA 1.4).

En las fachadas ventiladas se cumplen estos requerimientos ya que, como hemos podido observar, la diferencia de temperaturas entre interior y la superficie exterior del aislante térmico se controla gracias a la primera barrera que supone la piel y la cámara de aire. Por otro lado, el flujo de aire continuo de la cámara, elimina las posibles condensaciones en la superficie del aislamiento térmico.



ESQUEMA 1.4. Eliminación de condensaciones.

### Eliminación de puentes térmicos

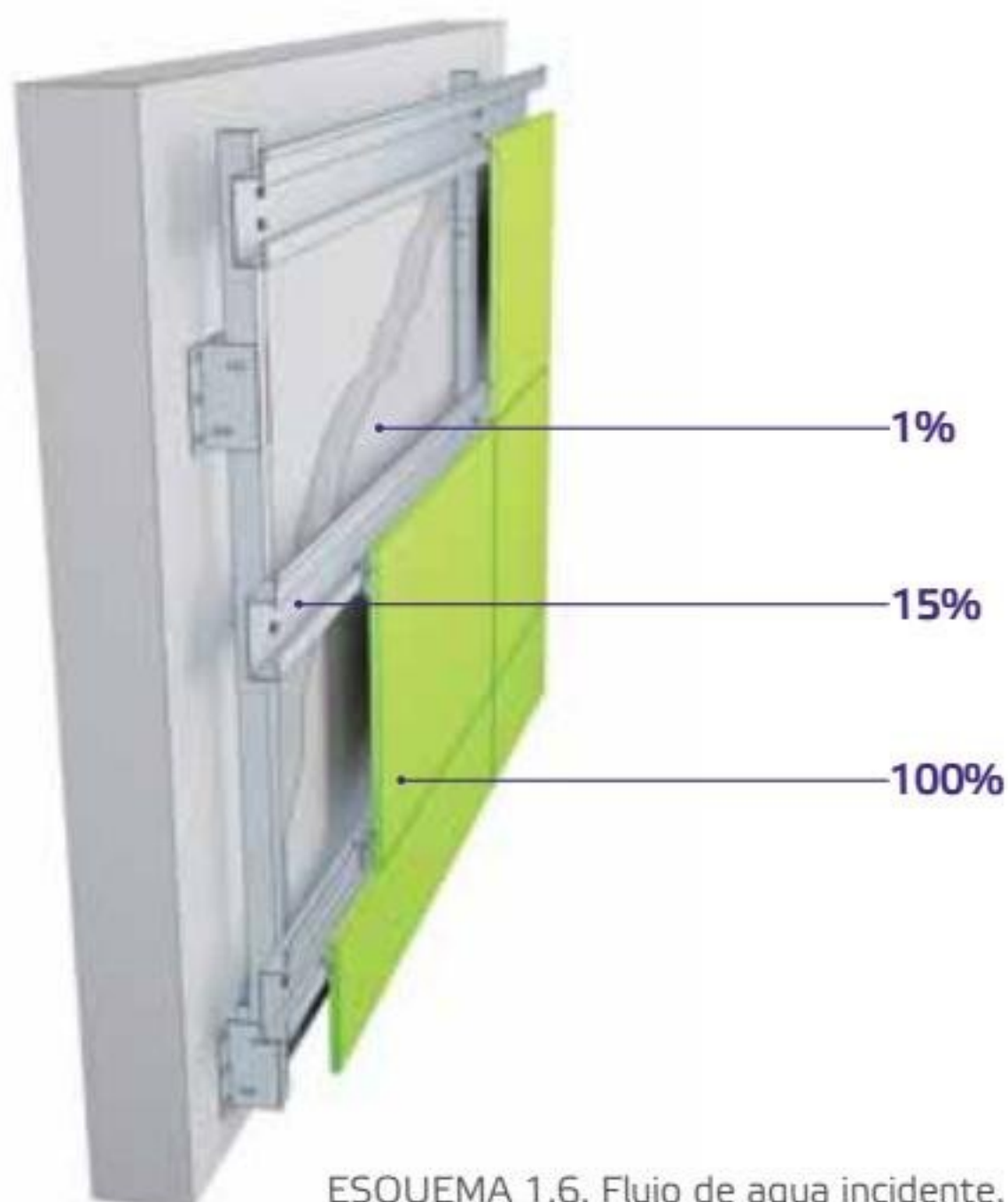


ESQUEMA 1.5. Eliminación de puentes térmicos.

Un factor determinante en el aislamiento de las edificaciones es la eliminación de los posibles puentes térmicos. Por puentes térmicos entendemos aquellos elementos de alta conductividad térmica en contacto directo con el exterior que sirven de puente para que las altas o bajas temperaturas se introduzcan en el interior (ESQUEMA 1.5).

Las fachadas ventiladas eliminan los posibles puentes térmicos gracias a la continuidad del aislamiento térmico en todo el cerramiento, revistiendo pilares y forjados.

### Protección contra el agua



ESQUEMA 1.6. Flujo de agua incidente.

La piel exterior y la cámara de aire son una protección muy eficaz contra el agua (ESQUEMA 1.6). La poca cantidad de agua que penetra por las juntas de la fachada ventilada, se elimina gracias a la ventilación de la cámara de aire.

## Ventajas del gres porcelánico en las fachadas ventiladas

Aunque la idoneidad de uso de las baldosas cerámicas en ambientes exteriores está avalada por una larga tradición arquitectónica, era necesario evaluar analíticamente su comportamiento frente a otros materiales utilizados habitualmente en fachadas. En este contexto, la empresa TAU Cerámica desarrolló el proyecto "Revestimientos cerámicos de altas prestaciones para el recubrimiento de fachadas" en cuyo marco se realizó por parte de un laboratorio externo un estudio de las características del gres porcelánico que se evaluó por comparación con las prestaciones de los productos tradicionales. La TABLA1.1 muestra un resumen que refleja los resultados del estudio.

En las columnas podemos ver la valoración de los resultados según materiales que se han obtenido en cada uno de los ensayos que aparecen en las filas (los valores altos indican un mejor comportamiento). Los mármoles elegidos fueron el Blanco Macael y el Rojo Alicante. En cuanto a las calizas se utilizaron el Crema Marfil y Negro Marquina. Los granitos utilizados en el ensayo fueron el Blanco Cristal y el Rosa Porriño. El material rotulado como madera corresponde a revestimientos de madera para exteriores sobre laminado plástico. Las últimas tres columnas corresponden a plástico laminado, aluminio lacado con alma de polietileno y placa de hormigón, todos ellos para exteriores.

En las filas observamos el listado de las características a las que han sido sometidos los distintos materiales así como la normativa seguida en cada ensayo. En el caso de expansión por humedad las muestras fueron sumergidas durante siete días a temperatura ambiente.

El ensayo de resistencia a las manchas debió de ser definido ya que no existe ninguna normativa al respecto. Por ello se eligieron dos agentes de manchado: el primero de ellos por impregnación (solución rodamina 0.1g/L) y el segundo de acción pelicular (rotulador permanente negro). Los productos de limpieza elegidos fueron Lejía comercial (35gr CL2/L) para la mancha por impregnación y Tricloroetileno (99%) para la mancha de acción pelicular. Se utilizó un dispositivo mecánico para la limpieza capaz de aplicar la misma presión en todos los casos y finalmente se compararon las coordenadas cromáticas Cie Lab antes y después de la limpieza.

Observando la tabla podemos concluir que las baldosas de gres porcelánico presentan un nivel de prestaciones iguales o superiores al de otros materiales utilizados habitualmente en el revestimiento de fachadas.

| Características               |                            | materiales          |                    |        |        |         |        |          |                 |          |
|-------------------------------|----------------------------|---------------------|--------------------|--------|--------|---------|--------|----------|-----------------|----------|
|                               |                            | porcelánico natural | porcelánico pulido | mármol | caliza | granito | madera | plástico | aluminio lacado | hormigón |
| características dimensionales | UNE-EN ISO 10545-2         | alto                | alto               | alto   | alto   | alto    | alto   | alto     | -               | -        |
| resistencia a la flexión      | UNE-EN ISO 10545-4         | alto                | alto               | alto   | alto   | alto    | alto   | alto     | bajo            | alto     |
| resistencia a la helada       | UNE-EN ISO 10545-12        | alto                | alto               | alto   | alto   | alto    | alto   | alto     | alto            | bajo     |
| permeabilidad                 | BS 4131                    | alto                | alto               | medio  | medio  | medio   | medio  | medio    | alto            | bajo     |
| relación masa/superficie      |                            | medio               | medio              | bajo   | bajo   | bajo    | medio  | medio    | alto            | bajo     |
| expansión por humedad         |                            | alto                | alto               | alto   | alto   | alto    | bajo   | bajo     | -               | medio    |
| dilatación térmica lineal     | UNE-EN ISO 10545-8         | alto                | alto               | alto   | alto   | alto    | bajo   | bajo     | bajo            | medio    |
| resistencia a las manchas     |                            | alto                | alto               | bajo   | alto   | bajo    | alto   | alto     | medio           | bajo     |
| corrosión niebla salina       | UNE 112017 ISO 9227        | alto                | alto               | bajo   | bajo   | alto    | alto   | alto     | alto            | bajo     |
| atmósfera SO2                 | UNE-EN ISO 6988            | alto                | alto               | bajo   | bajo   | medio   | medio  | alto     | alto            | bajo     |
| envejecimiento solar          | UNE-EN ISO 11341 (M2, C-A) | alto                | alto               | bajo   | bajo   | medio   | bajo   | medio    | medio           | -        |

TABLA 1.1. Ventajas del gres porcelánico en las fachadas ventiladas.

## Necesidades y demandas de los sistemas de fachada ventilada

Tras analizar los requerimientos y las funciones principales de los sistemas de fachadas ventiladas, vamos a enumerar las principales necesidades y demandas que se le ha de pedir a los sistemas de fachada ventilada.

**1** Que tenga gran variedad de formatos (modularidad). Que el sistema pueda montar piezas de diferentes materiales y tamaños, para darle al proyectista la mayor libertad compositiva posible.

**2** Que exista la posibilidad de regular la planicidad de la estructura y la pieza. Que se pueda modificar la distancia de la pieza de recubrimiento a la pared, para corregir las irregularidades inevitables que existen en toda obra y conseguir la total planicidad en la fachada.

**3** **Que exista junta con posibilidad de ser regulada.** Que se pueda variar la distancia entre piezas de recubrimiento, tanto horizontal como verticalmente.

**4** **Que el sistema permita la fácil sustitución o extracción de las piezas** para posibles reparaciones o sustituciones y que permita que la fachada sea registrable.

**5** **La separación entre el elemento soporte y la capa exterior debe de ser suficiente** para colocar el aislamiento térmico, actualmente de 4-5cm más la cámara de aire ventilada, de espesor similar 4-5cm.

**6** **Que existan soluciones para todos los encuentros de la fachada.** Deben estar previstos los puntos conflictivos como las esquinas de la fachada, los rincones, los vierteaguas de las ventanas, las juntas de dilatación, etc.

**7** **Que el sistema tenga una buena estabilidad.** La seguridad de toda construcción pasa por la estabilidad de todos sus elementos a las exigencias internas y externas a las que estará sometido durante toda su vida útil.

**8** **Que posea alta seguridad frente a roturas de piezas.** Cuando llegue a romperse la pieza de revestimiento, es importante que el sistema sea capaz de evitar la caída de los fragmentos.

**9** **Que dé buena respuesta frente a deformaciones.** Es importante que estén previstas las posibles tensiones derivadas de las contracciones de la fachada, el viento y demás factores que puedan alterar la estabilidad del sistema.

**10** **Que el coste sea lo más competitivo posible** (el menor posible por m<sup>2</sup>). Si se puede conseguir la misma función con menos cantidad de material, se conseguirá reducir costes en gran medida.

**11** **Que sea fácil de limpiar y mantener.** La facilidad de limpieza dependerá en gran medida del tipo de recubrimiento empleado, acabado, etc.

**12** **Que la instalación sea rápida,** lo que dependerá de la simplicidad del sistema y de las dimensiones de las piezas del revestimiento. En la medida de lo posible, que no sea necesaria la mano de obra especializada.

**13** **Que exista la posibilidad de aplicación directa** sobre muro sin cámara, ya que la fachada ventilada es eficaz fundamentalmente en orientaciones sur. De este modo el resto de fachadas puede recubrirse con el mismo acabado y reduciendo costes.

**14** **Que mantenga sus características con el paso del tiempo** (durabilidad) de todo el sistema, especialmente de las partes que no van a ser vistas, como pueden ser adhesivos, subestructura, etc.



**fachadas ventiladas**  
**sistemas**

## Clasificación según tipo de anclaje

Los sistemas de fachada ventilada que se presentan en esta publicación han sido clasificados según el sistema de anclaje que los soportan y en este sentido hemos considerado adecuado partir de una primera clasificación según la visibilidad de los anclajes en la fachada terminada.

### Anclaje oculto

Los sistemas con anclaje oculto son aquellos en los que las piezas de sujeción del paramento exterior de una fachada ventilada quedan ocultos.

Aunque en un principio pudiera parecer que la elección del anclaje no influye en la imagen final de la construcción, hay que tener en cuenta que la tipología de las piezas del paramento exterior, materialidad, dimensiones, etc. dependerá de la elección de dicho anclaje, así como la combinatoriedad de las piezas.

### Adhesivo

#### Adhesivo lineal

Las piezas de revestimiento se adhieren a la subestructura mediante dos cordones de adhesivo elástico (RENDER 1.1) siendo el proceso de instalación el siguiente:

El primer paso necesario para la correcta ejecución de una fachada ventilada de adhesión lineal, es la correcta limpieza de las superficies que van a estar en contacto con el adhesivo. Para ello, es común utilizar un promotor de adherencia diluido en alcohol, además de un optimizador de adherencia basado en resinas epoxi pigmentadas con disolventes.

Una vez se ha preparado la superficie, se colocan los dos cordones de adhesivo, uno de acción inmediata, y otro que mantendrá las piezas adheridas al sistema durante su vida útil.

En el primer caso se suele utilizar una cinta autoadhesiva de doble cara de espuma de polietileno de célula cerrada, con un espesor mínimo de 3mm.



RENDER 1.1. Adhesivo lineal.

Este será el encargado de mantener adherida la pieza al sistema hasta que cure el segundo adhesivo. El adhesivo de larga vida útil suele estar compuesto por poliuretano monocomponente de curado por humedad.

El conjunto de este sistema permite una rápida ejecución de las fachadas ventiladas y no necesita la mecanización de las piezas cerámicas, evitando así tensiones internas.

El principal inconveniente, es que el pegado de las piezas cerámicas a la subestructura se realiza en obra, por lo que es de especial importancia el control de su ejecución.

## Adhesivo puntual



RENDER 1.2. Adhesivo puntual.

El sistema con adhesivo puntual está formado por anclajes adheridos en las esquinas de la pieza cerámica (RENDER 1.2). La adhesión se realizará en fábrica y posteriormente se unirá a la subestructura de forma mecánica. Todo el sistema queda oculto tras las piezas cerámicas que no necesitan de ningún mecanizado, por lo que evitamos las tensiones internas de la pieza.

Como hemos comentado anteriormente, la principal ventaja es que el pegado del anclaje a la pieza cerámica se realizan en fábrica, asegurando así su correcta ejecución.

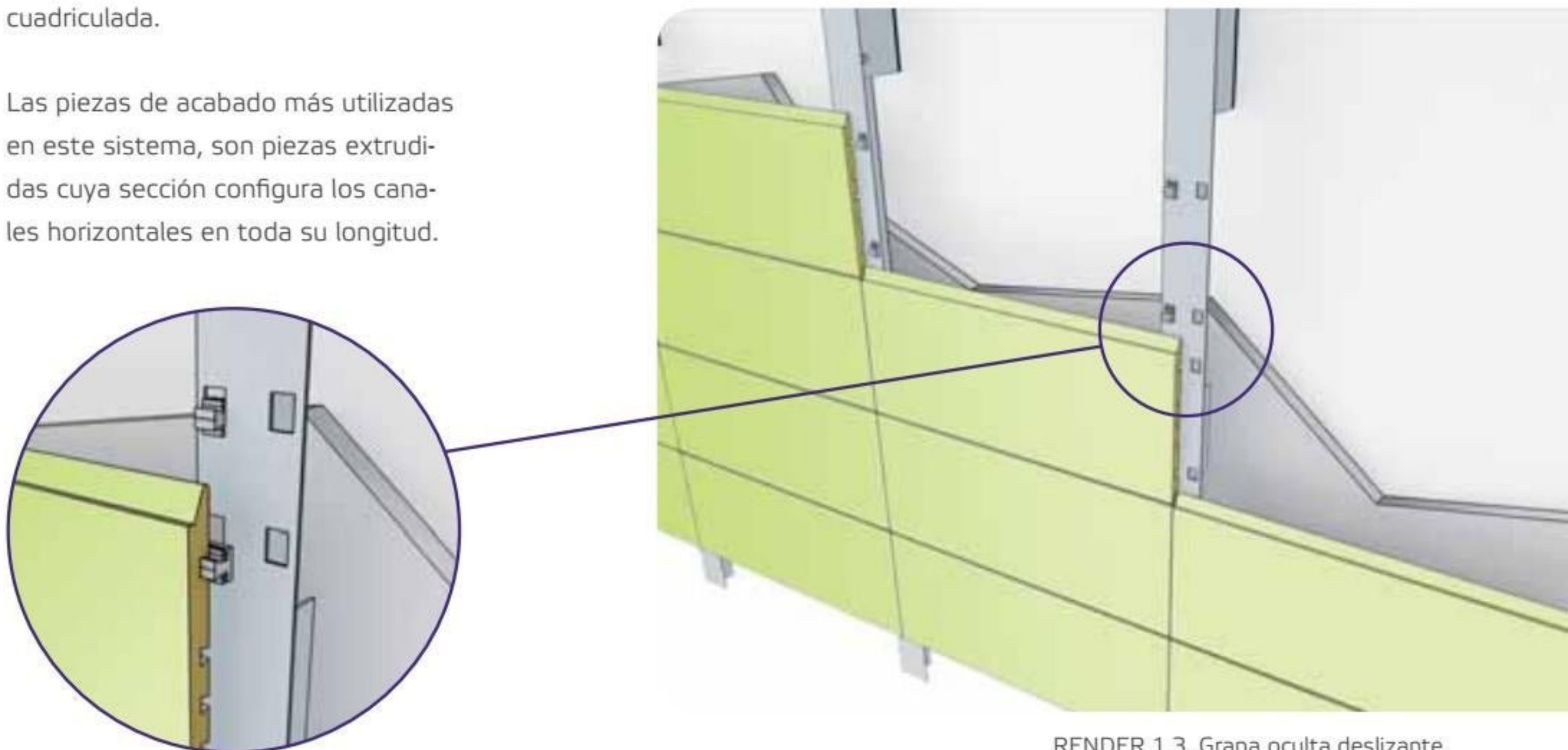
### Grapas

Los sistemas con grapa oculta están formados por grapas que anclan las piezas del paramento exterior a la subestructura metálica. Este sistema tiene múltiples variantes de las que cabría destacar:

### Grapa oculta deslizante

El sistema consiste en unas piezas con dos ranuras posteriores horizontales a lo largo de toda la pieza, donde se alojará la grapa en forma de T (RENDER 1.3). Por lo tanto, las piezas cerámicas pueden deslizarse horizontalmente con total libertad, permitiendo jugar con su posición y modificar su composición tradicional cuadrículada.

Las piezas de acabado más utilizadas en este sistema, son piezas extrudidas cuya sección configura los canales horizontales en toda su longitud.



RENDER 1.3. Grapa oculta deslizante.



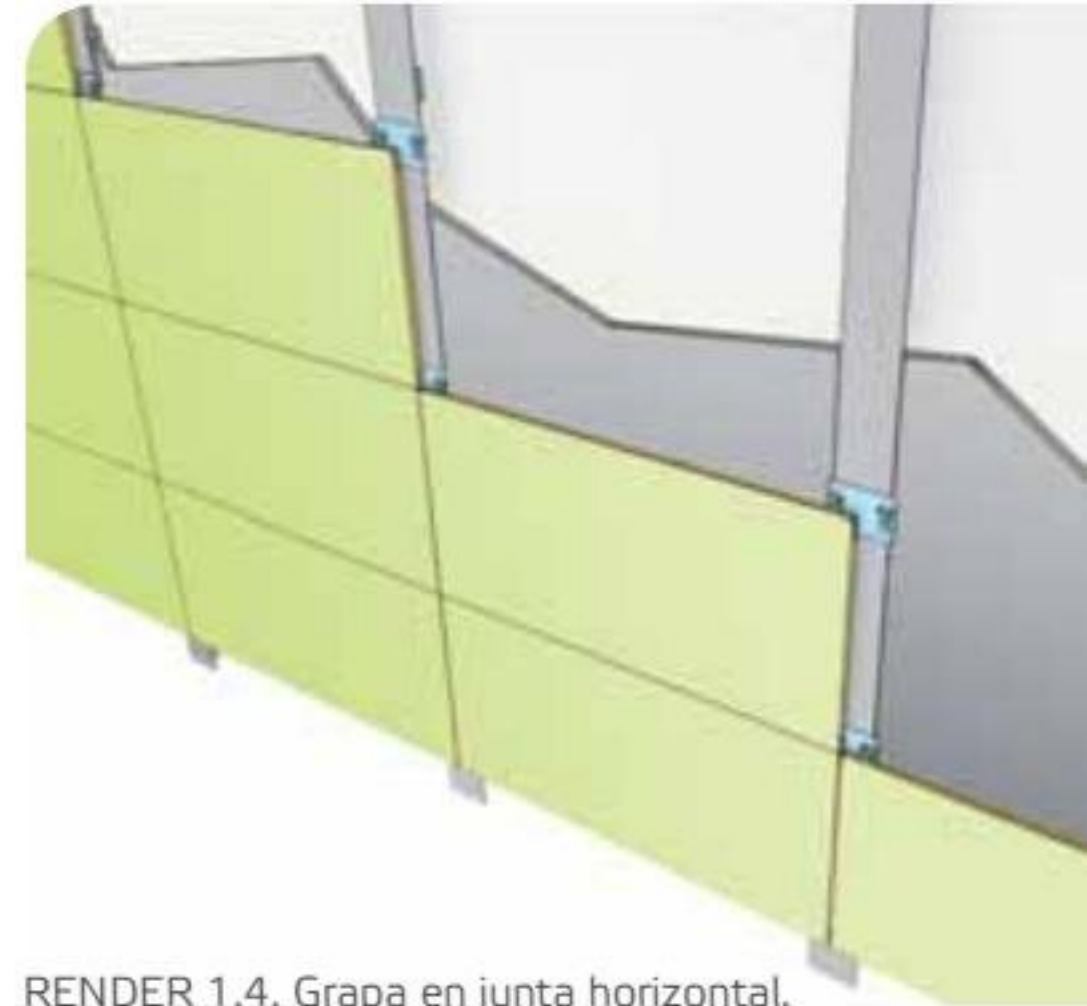
# fachadas ventiladas

## sistemas

### Grapa en junta horizontal

**E**n este sistema las piezas cerámicas están ranuradas en su testero superior e inferior donde se alojarán las grapas de acero. Por lo tanto cada grapa sujetará cuatro o dos piezas en el caso de las situadas en los bordes del paño. Estas ranuras pueden obtenerse mediante un mecanizado de los testeros o bien pueden formar parte de la morfología de piezas extrudidas.

Es importante evitar el tableteo de la pieza cerámica, para ello se interpondrá un elemento de neopreno entre la grapa y la cerámica o la propia grapa estará diseñada para que presione ligeramente la pieza.



RENDER 1.4. Grapa en junta horizontal.

### Grapa oculta en junta vertical

**E**ste sistema está enfocado a aprovechar la sección de las piezas cerámicas extrudidas y los canales interiores para sujetar la pieza mediante grapas situadas en la junta vertical de estas.

Por lo tanto, las grapas se introducirán por los testeros verticales de la pieza cerámica aprovechando los huecos o canaletas de extrusión de las mismas. De esta forma se evita mecanizar la pieza.

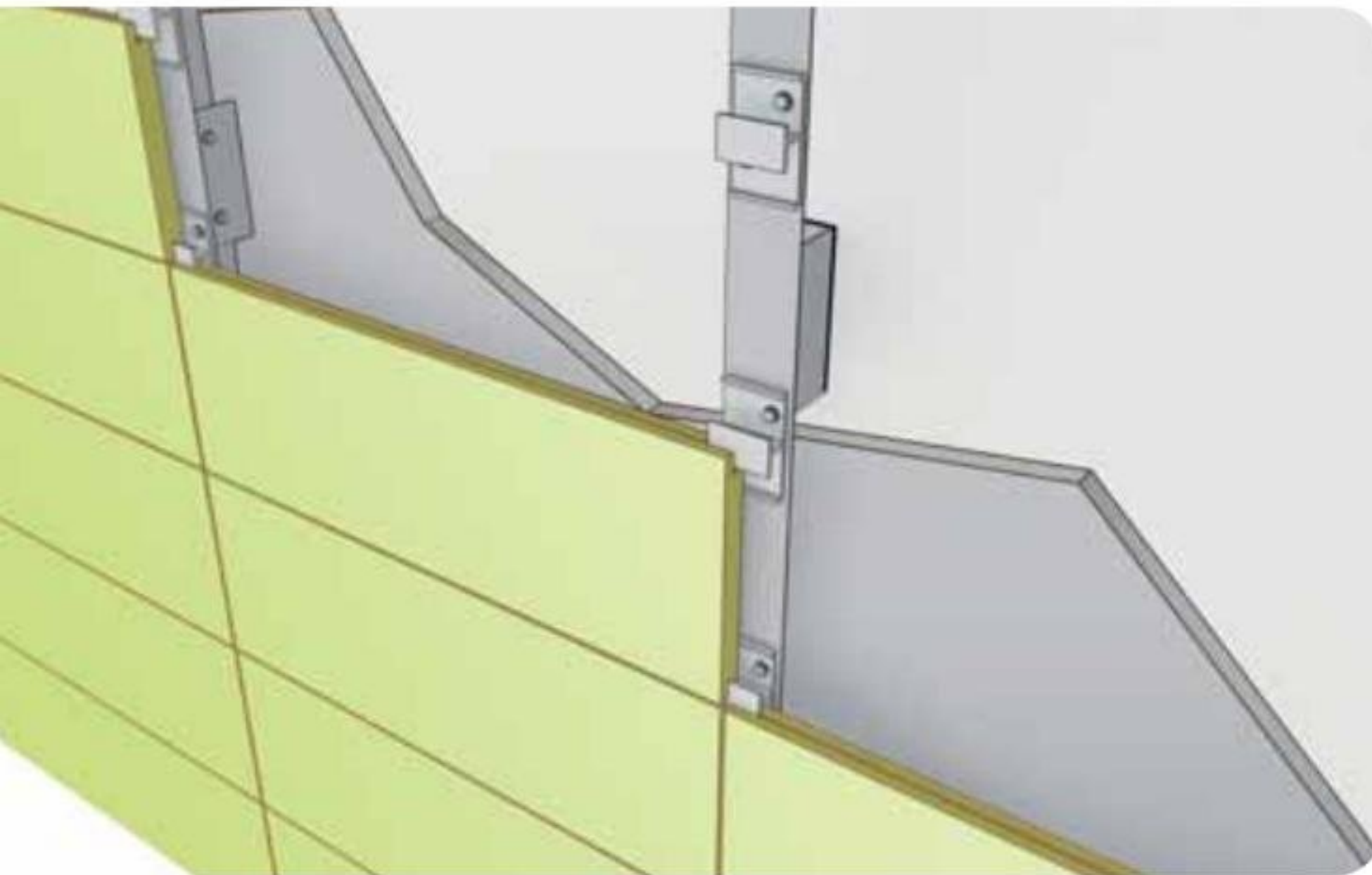
El sistema permite variar el ancho de las piezas verticalmente, dotando a este sistema de mayor libertad compositiva.



RENDER 1.5. Grapa oculta en junta vertical.

### Perfil

#### Perfil ranurado en canto

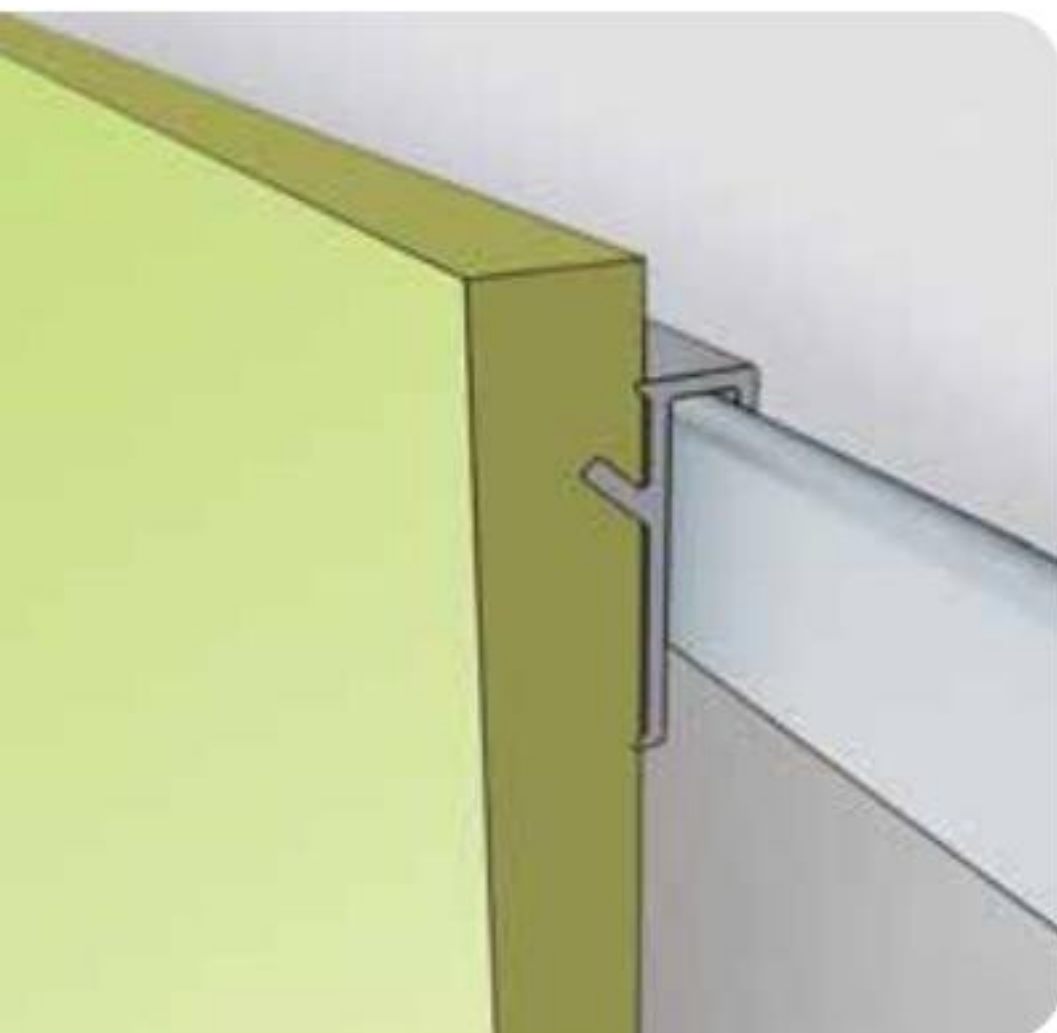


RENDER 1.6. Perfil ranurado en canto.

En este sistema las piezas cerámicas se fijan al elemento soporte mediante dos perfiles, situados en los testeros en forma de T (RENDER 1.6), tanto superior como inferior. Por lo tanto las piezas cerámicas precisan de un ranurado o canaleta para alojar un perfil en el canto.

Por lo tanto, dichas piezas cerámicas pueden ser: ranuradas por el canto, las cuales necesitarán una mecanización con la consabida generación de tensiones internas o piezas extrudidas, cuya sección estará diseñada para el correcto anclaje de la grapa o perfil.

#### Perfil ranurado en reverso



En este caso se realiza una ranura longitudinal en la parte posterior superior e inferior de la pieza cerámica, de una profundidad máxima del 30% de su espesor en ángulo de 45° (RENDER 1.7). En esta ranura se introduce un perfil de aluminio de sección especial. Ambos elementos vienen unidos de fábrica y en la obra solo hay que colocarlos sobre la subestructura.

La pieza se ancla mediante el perfil de aluminio por la parte superior e inferior para conseguir la transmisión homogénea de cargas sobre la subestructura de aluminio y permitir las dilataciones.

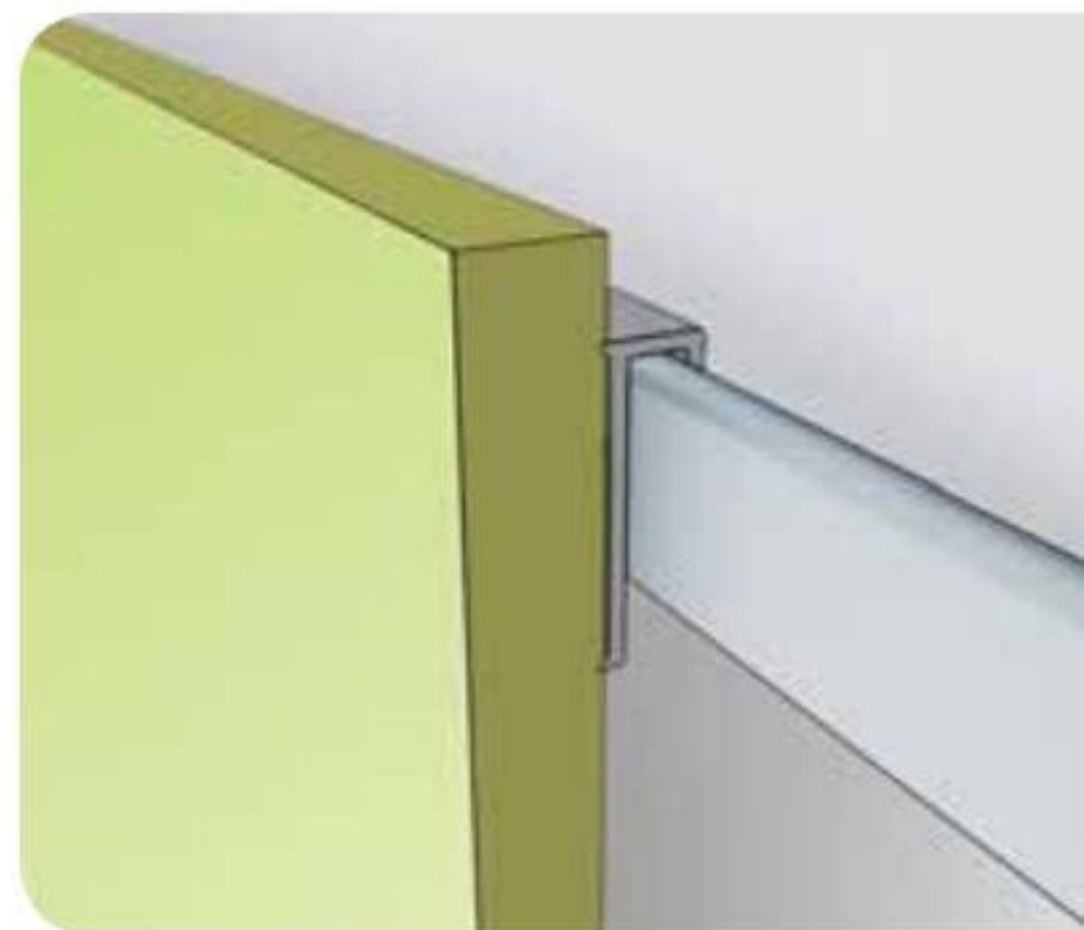
Existen variantes de este sistema que utilizan dos ranuras en la parte superior y dos en la parte inferior.

## Perfil oculto adhesivado

El sistema con adhesivo, está formado por dos perfiles horizontales adheridos en la parte superior e inferior de la pieza cerámica (RENDER 1.8) donde la adhesión se realiza en fábrica y posteriormente se une a la subestructura de forma mecánica.

Todo el sistema queda oculto tras las piezas cerámicas que no necesitan de ningún mecanizado, por lo que evitamos las tensiones internas de la pieza.

Este sistema permite una libertad de colocación dentro de la banda horizontal, permitiendo cierta libertad en la composición de las fachadas y los huecos.



RENDER 1.8. Perfil oculto adhesivado.

## Anclaje visto

### Grapa vista

Las grapas se fijan en las cuatro esquinas de la pieza y cada grapa es compartida por cuatro piezas diferentes (RENDER 1.9), sirviendo de retención para las piezas inferiores y de apoyo y retención para las dos piezas superiores.

Es conveniente aplicar en la unión pieza-perfil un cordón de masilla de poliuretano mono-componente, para eliminar las posibles vibraciones de las piezas por la acción del viento.

Este sistema presenta una elevada versatilidad en cuanto a la disposición de los anclajes según las necesidades del proyecto, y pueden utilizarse con piezas de distintos espesores.



RENDER 1.9. Grapa vista.

### Perfil visto



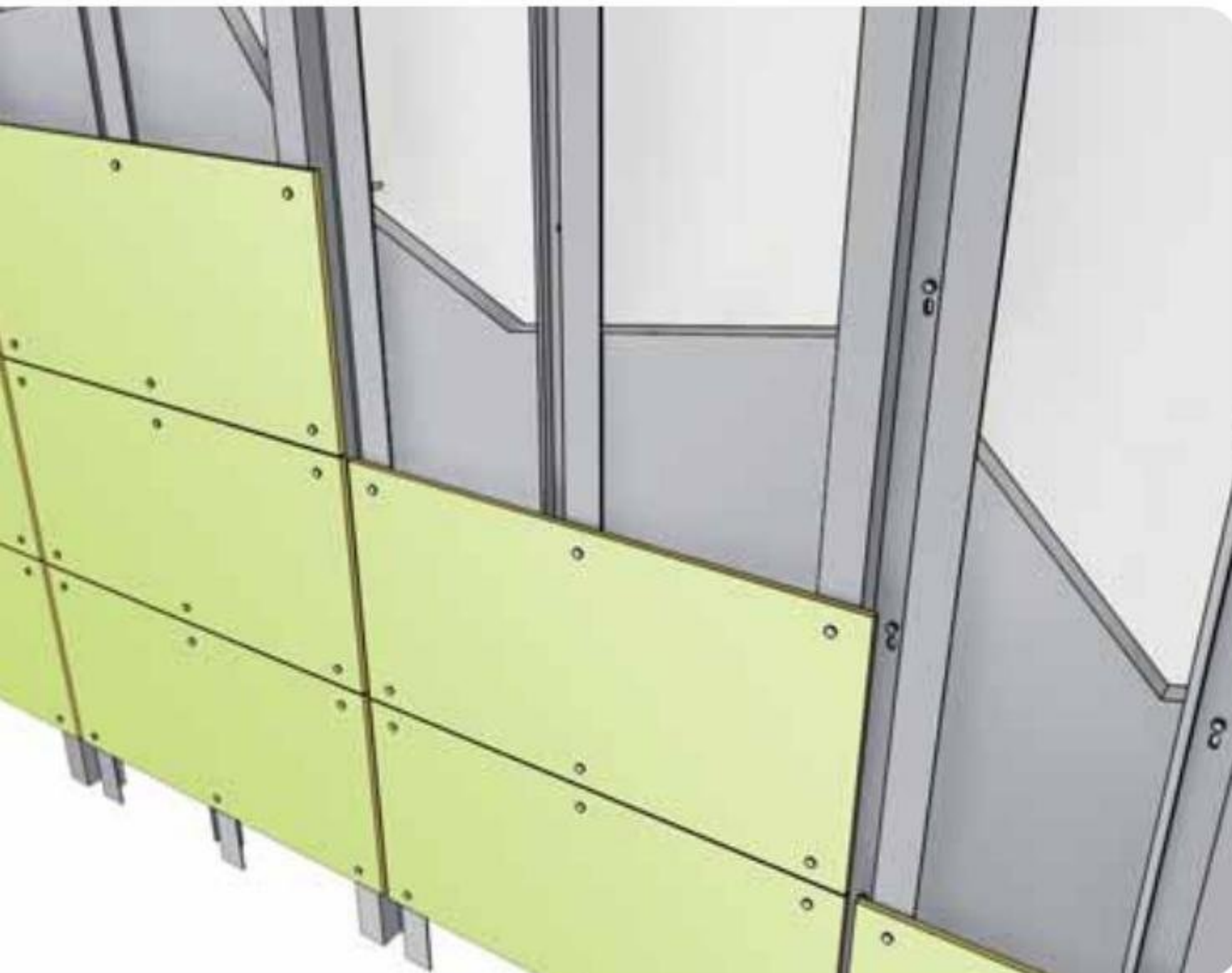
Los sistemas de perfilería vista aprovechan las amplias posibilidades formales que se puede obtener de la extrusión en el sector de la perfilería de aluminio, para configurar unos componentes que permite que las piezas cerámicas que configuran la capa exterior de la fachada ventilada, queden atrapadas en toda su longitud vertical entre las alas de los montantes (RENDER 1.10).

RENDER 1.10. Perfil visto.

Para impedir el deslizamiento vertical de la pieza y la vibración por la acción del aire se colocan dos bandas de caucho instaladas entre las alas del montante y que quedan en contacto con la pieza de fachada.

Como es de imaginar, ha de tenerse en cuenta para este sistema que la perfilería va a quedar vista, sobretudo por su tamaño. El principal inconveniente del sistema es la puesta en obra, por la complejidad de su montaje, ya que el anclaje de cada pieza depende de las colindantes.

### Taladro visto



Uno de los sistemas más simple e inmediato son las fachadas ventiladas donde las piezas cerámicas están directamente taladradas y fijadas con cuatro tornillos, dispuestos en cada una de la esquinas de la pieza, los cuales se anclan a los perfiles verticales perforando sus alas. En las alas de los montantes se disponen de unas bandas de caucho que impiden la vibración de las placas (RENDER 1.11).

El sistema se adecua a los diferentes formatos de las piezas utilizadas: en horizontal regulando la separación entre montantes según el ancho de la pieza, y en vertical perforando las alas de los montantes según el alto de la pieza cerámica.



# Fach

Normativa

**E**n el territorio español, toda edificación debe cumplir las exigencias básicas de seguridad y habitabilidad que quedan recogidos en el “Código Técnico de la Edificación” de reciente publicación y entrada en vigor. Este texto desarrolla la disposición adicional segunda de la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación en la edificación (LOE).

El CTE es un reglamento de obligado cumplimiento que hace referencia a las exigencias requeridas a las fachadas en general y confía el estudio pormenorizado de los productos, equipos y materiales que se incorporen con carácter permanente a la edificación, al marcado **CE**. No obstante y dado que las fachadas ventiladas no son consideradas un producto tradicional, deberán obtener ese marcado a través de una guía DITE (Documento de Idoneidad Técnica Europeo) que actualmente está elaborándose por parte de la European Organisation for Technical Approval (EOTA).

A la espera de la publicación de esta guía DITE, el CTE prevé otros mecanismos que garanticen la idoneidad de los sistemas, equipos y materiales utilizados en la construcción.

Para dichos casos los artículos 5.2.4 y 5.2.5 5 de la parte I del Código Técnico de la Edificación, ofrece la posibilidad de certificación de sistemas innovadores mediante:

- > Certificaciones de conformidad de las prestaciones finales de los edificios, las certificaciones de conformidad que ostenten los agentes que intervienen en la ejecución de las obras y otras certificaciones que faciliten el cumplimiento del CTE (Art 2.5.4).
- > Una evaluación técnica favorable de su idoneidad para el uso previsto concedida por las entidades autorizadas para ello, que se plasmará en los documentos pertinentes. (Art 2.5.5)  
Actualmente y en España las entidades reconocidas son el Instituto Torroja de la Construcción y el Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya con los Documentos de idoneidad Técnica (DIT) y los Documentos de adecuación de uso (DAU), respectivamente.

Así mismo, en el artículo 5.1.3 de la Parte I del CTE se indica que para justificar que un edificio cumple las exigencias básicas que se establecen en el CTE podrá optarse por:

- > Adoptar soluciones técnicas basadas en los DB.
- > Soluciones alternativas que se aparten total o parcialmente de los DB, en cuyo caso el proyectista o el director de la obra pueden, bajo su responsabilidad y previa conformidad del promotor, justificará documentalmente que el edificio proyectado cumple las exigencias básicas del CTE porque sus prestaciones son, al menos, equivalentes a los que obtendrían por la aplicación de los Documentos Básicos (DB).



## **Especificaciones en proyecto**

**Definición de los documentos de proyecto en los que se contienen las especificaciones de fachada ventilada**

**Prescripciones sobre el soporte, subestructura, sistema de anclaje, baldosas cerámicas y aislante térmico**

**Prescripciones sobre la ejecución**

**Ejemplo de especificación de fachada ventilada**

# Definición de los documentos del proyecto

en los que se contienen las especificaciones de fachada ventilada

**E**n el caso de las fachadas ventiladas en las que no existe normativa de aplicación se puede optar por realizar una definición genérica del sistema en el proyecto y completarla posteriormente una vez elegida la solución comercial concreta. Los contenidos del Proyecto vienen definidos en el Anejo I de la Parte primera de CTE.

## **I Memoria**

**Memoria descriptiva:** Definición general del edificio sin entrar en detalles, se indicarán las prestaciones generales del edificio.

**Memoria constructiva:** En el proyecto se describirán de forma genérica las soluciones adoptadas, indicando las características y prescripciones para cumplir los requisitos de funcionalidad, seguridad y habitabilidad. Una vez elegido el sistema de fachada, se completará dicha descripción con las características específicas.

**Cumplimiento del CTE:** Justificación de las prestaciones del edificio por requisitos básicos en relación con las exigencias básicas del CTE, y en especial el DB HE1 y el DB HR.

**Anejos a la memoria:** Una vez elegida la solución comercial, se puede incluir un proyecto detallado y el Plan de Control de Calidad.

## **II Planos**

**Planos de definición constructiva:** En el proyecto se puede definir la fachada con la geometría y modulación de la misma.

Posteriormente se completará con las soluciones constructivas concretas y los detalles de los puntos singulares.

**Memorias gráficas:** Se pueden entender como tales, detalles constructivos explicativos de los distintos encuentros.

## **III Pliego de condiciones**

**Administrativas, Generales, Facultativas, Económicas, Técnicas particulares de los materiales de la ejecución de la verificación en el edificio terminado:** En fase de proyecto pueden establecerse unas condiciones genéricas y prescribirse la posesión de un Documento de Idoneidad Técnica o un Documento de Adecuación de Uso. Así mismo, según el CTE, todos los productos que estén afectados por la Directiva de Productos de la Construcción deberán disponer del marcado CE.

También se podrá prescribir un sistema de llave en mano, en cuyo caso la especificación en el pliego de condiciones estará vinculada a las características técnicas del sistema contratado, y se deberá contar con un certificado de garantía del sistema y de su instalación.

IV Mediciones

Se desarrollarán las descripciones técnicas necesarias para su especificación y valoración.

V Presupuesto

Se realizará la valoración de las mismas.

Prescripciones

sobre el soporte, subestructura, sistema de anclaje, baldosas cerámicas y aislante térmico

En las distintas partes del proyecto se deberán definir:

- > Las características del soporte, así como las tolerancias dimensionales.
- > El sistema de anclaje indicando según la clasificación.
- > El tipo de baldosa cerámica utilizado y sus dimensiones.
- > El material de aislamiento térmico utilizado, así como su sistema de colocación.
- > Se podrá definir así mismo los controles de calidad necesarios.
- > Se podrá hacer referencia a la posesión de un DIT, DAU o DITE.

Sobre la ejecución

La prescripción del procedimiento de ejecución se deberá realizar en el pliego de condiciones técnicas y se deberán definir: las comprobaciones a realizar, la preparación del soporte, el sistema constructivo, el proceso de ejecución y técnicas de colocación, con especial atención a las tolerancias dimensionales del sistema.

Se puede prescribir, o utilizar como criterio de elección del sistema, el que ofrezca un montaje llave en mano, en el que el suministrador se responsabilice de la fachada acabada, y sea él quien realice los controles necesarios.

## Ejemplo de especificación de fachada ventilada

La descripción de la fachada puede realizarse del siguiente modo:

Cerramiento interior de fachada ventilada formado por 1/2 pie de espesor de fábrica de ladrillo cerámico perforado (panel), para revestir 24x12x9cm, recibida con mortero de cemento M-5, aislamiento intermedio formado por panel semirrígido de lana de roca volcánica, de 40mm de espesor y hoja exterior de baldosas cerámicas de gres porcelánico (Grupo Bla), de formato 1200x900x12mm enmalladas por el trasdós, con juntas verticales y horizontales libres de 8mm, con anclaje oculto mediante perfil oculto adhesivado, colgado sobre estructura portante formada por ménsulas ancladas a los forjados, montantes y travesaños de aluminio anodizado con uniones de tornillos autoblocantes. Todos los productos que estén afectados por la Directiva de Productos de la Construcción deberán disponer del marcado CE y el sistema de fachada preferentemente deberá estar en posesión de un DIT o DAU.

- |                                |                           |
|--------------------------------|---------------------------|
| ① Forjado                      | ⑨ Baldosa cerámica        |
| ② Aislamiento                  | ⑩ Mortero de cemento      |
| ③ Cámara ventilada             | ⑪ Enlucido                |
| ④ Ménsula                      | ⑫ Tornillo autotaladrante |
| ⑤ Perfil vertical              | ⑬ Tornillo                |
| ⑥ Ladrillo perforado           | ⑭ Taco expansión          |
| ⑦ Perfil horizontal            | ⑮ Tornillo                |
| ⑧ Perfil oculto adhesivado "7" |                           |

**Posibles variaciones de las baldosas cerámicas:** Gres porcelánico Bla; Placas cerámicas alveolares Al...

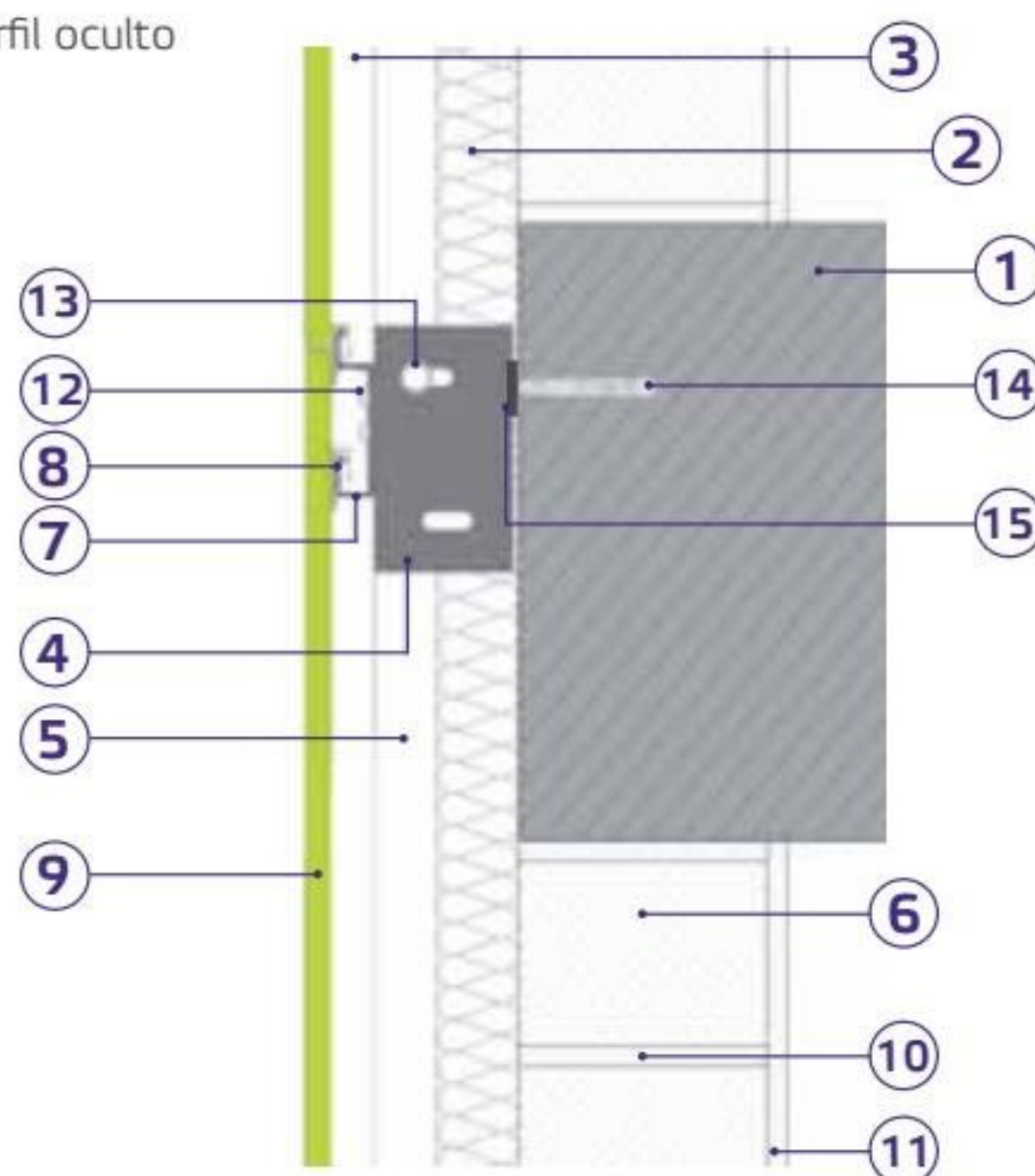
**Posibles variaciones de la hoja interior:** Fábrica de ladrillo cerámico perforado; fábrica de ladrillo perforado de hormigón; fábrica de bloque de cerámica aligerada; fábrica de bloque de hormigón; muro de hormigón armado.

**Posibles variaciones del tipo de anclaje:** Anclaje visto; anclaje oculto.

**Posibles variaciones del tipo de anclaje oculto:** Adhesivo; adhesivo puntual; enganche por pivote... Grapa adaptable oculta; grapa oculta; grapa oculta lateral; perfil oculto; perfil oculto a compresión; perfil oculto adhesivado...

**Posibles variaciones del tipo de anclaje visto:** Grapa vista; perfil visto; taladro visto...

**Posibles variaciones de la subestructura:** Ménsulas en los forjados; ménsulas de sujeción y retención en el muro. Montantes y travesaños; montantes y placas portagrapas. De aluminio anodizado; de acero galvanizado; de acero inoxidable. Tornillos autoblocantes; tornillos autotaladrantes; remaches.





## **Control de obra**

**Control de recepción en obra de productos y sistemas**

**Control de ejecución de fachada ventilada**

**Control de fachada terminada**

Comprobación final de la regularidad dimensional

Prueba de servicio

**D**urante la ejecución de la fachada ventilada el director de obra y el director de la ejecución de la obra realizarán, según sus respectivas competencias, los controles siguientes:

- > **Control de recepción en obra de productos y sistemas.**
- > **Control de ejecución de la fachada ventilada.**
- > **Control de la fachada ventilada terminada.**

Dichos controles tienen por objeto comprobar que los productos, los procesos y actividades de la ejecución de la fachada ventilada, son conformes con lo indicado en el proyecto, la legislación aplicable, las normas de buena práctica constructiva y las instrucciones de la dirección facultativa.

## Control de recepción en obra de productos y sistemas

**L**a dirección facultativa comprobará que los productos o sistemas recibidos:

- > Corresponden a los especificados en el plan de control o, en su caso, en el pliego de condiciones del proyecto.
- > Disponen de la documentación exigida.
- > Están caracterizados por las propiedades exigidas.
- > Han sido ensayados, cuando así se establezca en el programa de control.

La recepción de los productos y/o sistemas que se vayan a utilizar en la ejecución de fachada, comprenderá el control de la documentación de los suministros (como hemos comentado anteriormente en la fachada ventilada no ha entrado en vigor el marcado **CE**), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y, en su caso, el control mediante ensayos.

Por ejemplo, para el caso del aislante térmico, se comprobará que se corresponde con el especificado en el proyecto; que dispone de marcado CE o, en su caso, distintivo de calidad si así lo exige el proyecto o la dirección facultativa; que está caracterizado por las propiedades exigidas (espesor en mm; reacción al fuego; conductividad térmica (W/mK); resistencia térmica ( $m^2K/W$ )).

En el caso de que en proyecto se exija que el sistema de revestimiento de fachada ventilada con baldosa cerámica o placas cerámicas alveolares, mediante fijación a subestructura metálica por medio de anclajes, disponga de evaluación técnica de idoneidad del sistema, la recepción de los componentes del sistema (baldosas y subestructura portante: perfiles, ménsulas, elementos de fijación, grapas, etc.) consistirá en verificar que se dispone de acreditación de dicha evaluación y está en vigor.

Nota.- Las entidades españolas autorizadas actualmente para realizar las evaluaciones técnicas de idoneidad son: el Instituto de Ciencias de la Construcción "Eduardo Torroja" (IETcc), que emite el Documento de Idoneidad Técnica (DIT), y el Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya (ITeC), que emite el Documento de Adecuación al Uso (DAU).

En el caso de que el sistema a utilizar no disponga de evaluación técnica de idoneidad, se exigirán los certificados de garantía pertinentes y justificación de los ensayos de aptitud de empleo del sistema conforme a las especificaciones establecidas en el borrador de la Guía EOTA "Guideline for European Technical Approval of Kits for external wall claddings".

## Control de ejecución de fachada ventilada

**D**urante la construcción de la fachada ventilada, la dirección facultativa controlará la ejecución de cada fase de la misma, verificando su replanteo, los productos y sistemas que se utilicen y la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos. El control de ejecución comprenderá:

- > La comprobación del autocontrol del constructor o empresa instaladora.
- > La realización de inspecciones puntuales de las distintas fases de ejecución.

La dirección facultativa podrá exonerar la realización de inspecciones cuando el sistema disponga de evaluación técnica de idoneidad, no obstante, comprobará que la puesta en obra se efectúe en las condiciones y campos de aplicación cubiertos por el DIT o DAU.

La programación del control contemplará la división de la fachada en unidades de inspección, el tamaño de ésta será establecido por la dirección facultativa en función de factores de ponderación (dimensión y altura de la fachada, climático, viento, agresividad ambiental, complejidad, experiencia

de la empresa instaladora, etc.), en cualquier caso se recomienda no sobrepasar los 400m<sup>2</sup>.

En cada unidad de inspección se identificarán los procesos o actividades (fases de ejecución) susceptibles de ser inspeccionadas. A título de ejemplo se proponen las siguientes fases de ejecución y puntos de observación.

| proceso (fase de ejecución)                 | puntos de observación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| comprobación del soporte                    | - Estado del soporte, el desplome o desviación de planeidad deberá poder ser compensado por el juego de juntas en ménsulas y, en su caso, perfiles                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| replanteo                                   | - Replanteo y posición de las ménsulas según modulación y especificación del proyecto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| colocación de ménsulas                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprobar que según el tipo y estado del soporte se emplean los anclajes adecuados para las ménsulas de acuerdo con los cálculos del proyecto</li> <li>- Comprobar que se colocan según disposición de proyecto</li> <li>- Comprobar que se colocan contrapeadas</li> <li>- Comprobar que se toman medidas para evitar el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se evitará el contacto entre dos metales de distinta actividad con una junta aislante u otro sistema</li> </ul> |
| colocación de perfiles verticales           | - Comprobar distancia entre perfiles, planeidad, alineación (tolerancia $\pm 1 \text{ mm/m}$ ) y junta horizontal ( $> 2 \text{ mm}$ por m)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| colocación del aislante                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprobar que cubre toda la cara exterior del muro soporte y la estructura resistente del edificio</li> <li>- Comprobar espesor</li> <li>- En su caso, protección de los canales del perfil</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| colocación elementos de fijación y baldosas | - Comprobar la ejecución de acuerdo con detalles constructivos del proyecto o del sistema                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| juntas                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprobar que la anchura de las juntas horizontal y vertical entre baldosas o placas, cumplen la tolerancia establecida en el proyecto</li> <li>- Comprobar que las juntas de dilatación del edificio coinciden con una junta vertical del sistema de fachada mediante un doble perfil</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                  |
| puntos singulares                           | - Comprobar la ejecución de acuerdo con detalles constructivos del proyecto o del sistema (estanquidad, evacuación de agua, etc.)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

TABLA 1.2. Fases de ejecución y puntos de observación.

## Control de fachada terminada

### Control final de la regularidad dimensional

Una vez finalizada la fachada ventilada, se efectuará la inspección de la misma, al objeto de comprobar que se cumplen las especificaciones dimensionales establecidas en el proyecto.

### Prueba de servicio

La hoja interior del cerramiento, soporte del revestimiento, debe garantizar la estanqueidad, tanto al paso del aire como del agua, su comprobación se efectuará mediante la realización de la prueba de servicio de estanqueidad de fachada a la acción combinada del agua y viento previsible en la zona donde se ubica el edificio.

La dirección facultativa definirá la o las unidades de inspección que se someterán a la prueba.

La prueba se realizará de acuerdo con el procedimiento del Instituto Valenciano de la Vivienda de fecha diciembre de 2008, el paño a ensayar contendrá un hueco de fachada con la carpintería instalada.

El resultado de las pruebas sobre la unidad de inspección de la fachada se considerará satisfactorio, cuando transcurridos 30 minutos desde su finalización no se aprecie infiltración de agua en forma de goteo o manchas de humedad en cualquier punto de la superficie interior de la fachada, bien en la zona de prueba o áreas adyacentes, en especial en el encuentro con el forjado.









## Antecedentes

*“El suelo es el vehículo ideal para el tendido de instalaciones. Lo que ya es estándar para las oficinas no tardará en serlo para las viviendas.”  
Aparicio y Clotet.*

**E**l suelo técnico elevado, es un sistema que nace bajo la necesidad de ocultar el gran número de instalaciones, que aparecen en las zonas de trabajo, salas técnicas y otros lugares donde existe una gran densidad de cableado, tuberías y conducciones de todo tipo. Al mismo tiempo, se busca una flexibilidad y adaptabilidad de dichas instalaciones para que pueda amoldarse a las diferentes demandas del espacio a lo largo de la vida útil del edificio.

El aumento del número de instalaciones en todo tipo de edificaciones, fundamentalmente en la vivienda, hace pensar que la pavimentación sobre-elevada se extenderá a sectores de la construcción estándar.

En definitiva, el suelo técnico, es un pavimento elevado respecto al forjado, que crea una cámara vacía para la conducción de todo tipo de instalaciones, que permite su fácil y rápida instalación y posterior mantenimiento.

Por lo tanto, es un sistema constructivo formado por paneles sostenidos por una estructura de pedestal o de pedestal y travesaños. Estos pedestales permiten ajustarse en altura, para conseguir la planicidad total del plano horizontal. El sistema es suficientemente flexible para adaptarse a cualquier espacio y una vez instalado permite la gestión y modificación de las instalaciones según las necesidades del local.

Como ya se ha comentado anteriormente, la efectividad del sistema queda totalmente demostrada con su amplia difusión sobre todo en edificios dedicados a oficinas, tanto de obra nueva como en rehabilitación aunque es de prever un incremento de los mismos en viviendas dadas sus ventajas.

# Sistemas

## Componentes básicos

Bandejas o piezas cerámicas

Subestructura horizontal (opcional)

Pedestales

Espacio técnico

## Funcionamiento

Adaptabilidad

Instalaciones

Versatilidad

## Tipos

Exterior

Sobre pedestales

Interior

Sobre pedestales

Sobre subestructura horizontal y pedestales

Directamente sobre subestructura horizontal

## Componentes básicos

Los componentes básicos que forman un pavimento técnico (ESQUEMA 2.1) serán: la superficie horizontal, formada por paneles o piezas cerámicas; los pedestales, que elevan los paneles para crear el espacio vacío necesario para el paso de las diferentes instalaciones y opcionalmente, una estructura horizontal sobre los pedestales, que permite una mayor rigidez y estabilidad del sistema.



ESQUEMA 2.1. Partes de un pavimento técnico.

## Bandejas o piezas cerámicas

Los paneles son de especial importancia porque serán el elemento visto del sistema en su parte superior. Así mismo contribuirán decisivamente en aspectos como la acústica, de vital importancia si bajo el pavimento se instalan elementos emisores de ruido, sus características frente al fuego, resistencia mecánica y las características eléctricas del sistema.

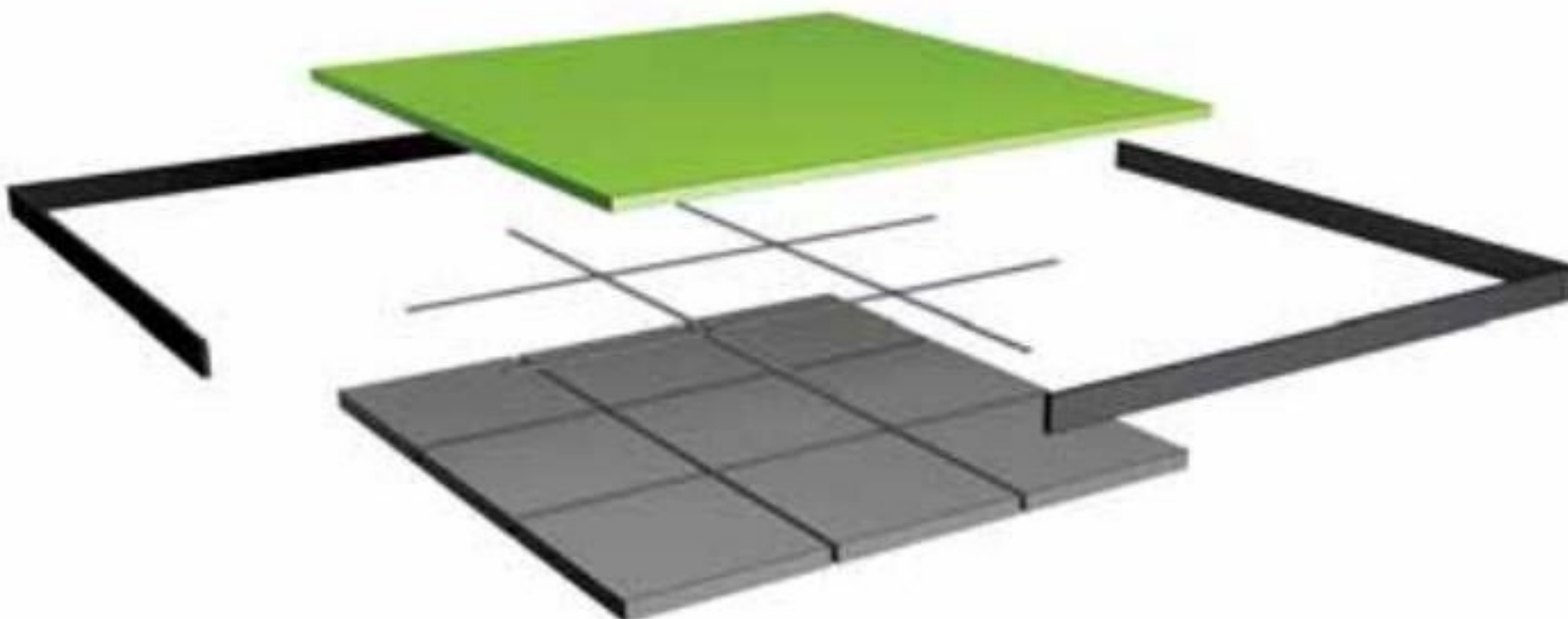
Estarán compuestos por un acabado superior cerámico, el alma y el borde perimetral.

La superficie superior del pavimento técnico debe presentar unas características de uso, durabilidad, resistencia al deslizamiento, estética y facilidad de limpieza acorde con su uso. En este sentido destaca el material cerámico, por su amplia variedad de acabados y su durabilidad.



Esta superficie apoyará sobre un núcleo cuya composición será diferente en función del uso final del pavimento técnico. En el caso de pavimentos interiores los materiales más utilizados son los aglomerados de madera y paneles de sulfato cálcico. En el caso de exteriores se utilizarán bases de resinas, áridos y armadura de acero (ESQUEMA 2.2).

ESQUEMA 2.2. Tipos de núcleo.



Todos los paneles poseen una vez fabricados un canteado perimetral de PVC tras el rectificado de todo el espesor del panel, permitiendo así un perfecto posicionamiento de los mismos sobre la estructura con suma facilidad (ESQUEMA 2.3).

ESQUEMA 2.3. Partes de una bandeja cerámica.

## Subestructura horizontal (opcional)

En los suelos técnicos, se colocará subestructura horizontal, según las exigencias de resistencia requeridas (ESQUEMA 2.4). En el caso que sea necesario, dispondremos travesaños de acero galvanizado bien de sección abierta o cerrada con juntas de polietileno antirruido y estancas al aire y polvo, cuya misión principal será aportar estabilidad y mayor capacidad de carga al pavimento técnico.



ESQUEMA 2.4. Subestructura horizontal. Tipos.

Es el elemento encargado de dar al pavimento la altura necesaria, para permitir el paso de instalaciones entre éste y el forjado. Por lo tanto su altura dependerá del tipo de instalaciones que esté previsto que aloje, bien sean solo eléctricas, de saneamiento y/o aire acondicionado.

Los pedestales más utilizados (ESQUEMA 2.5), son de acero zincado o galvanizado, que a su vez están formados por una cabeza realizada en una sola pieza, preparada para el encastre de los travesaños. La base, cuya función principal es apoyar todo

el sistema en el soporte, está formada por una chapa de acero nervada de diámetro 90mm y 1,8mm de espesor con un vástago roscado vertical que permitirá la regulación de la altura de la cabeza del pedestal.

También existen pedestales o "plots" de plástico, como por ejemplo el polipropileno, según DIN 53444.



ESQUEMA 2.5. Tipos de pedestales.

## Espacio técnico



El espacio técnico es el que permite el paso de instalaciones. Por lo tanto, este dependerá de tipo de instalaciones para el que está proyectado, sean estas eléctricas, de saneamiento y/o de aire acondicionado. La altura varía entre 20mm y 600mm, en su producción estándar (IMAGEN 2.1).

IMAGEN 2.1. Espacio técnico.

## Funcionamiento Adaptabilidad



Una de las principales características de los pavimentos técnicos es su gran versatilidad y adaptabilidad a multitud de requisitos, tanto de obra nueva como construida (RENDER 2.1).

Con los suelos técnicos se pueden conseguir superficies planas sobre una base irregular, gracias a que se puede regular la altura de los pedestales que sirven de soporte a las piezas horizontales.

La geometría del espacio tampoco será un problema por la fácil adaptabilidad del sistema, con corte de piezas y adaptando la subestructura a las irregularidades del espacio en cuestión.

RENDER 2.1. Adaptabilidad.

## Instalaciones

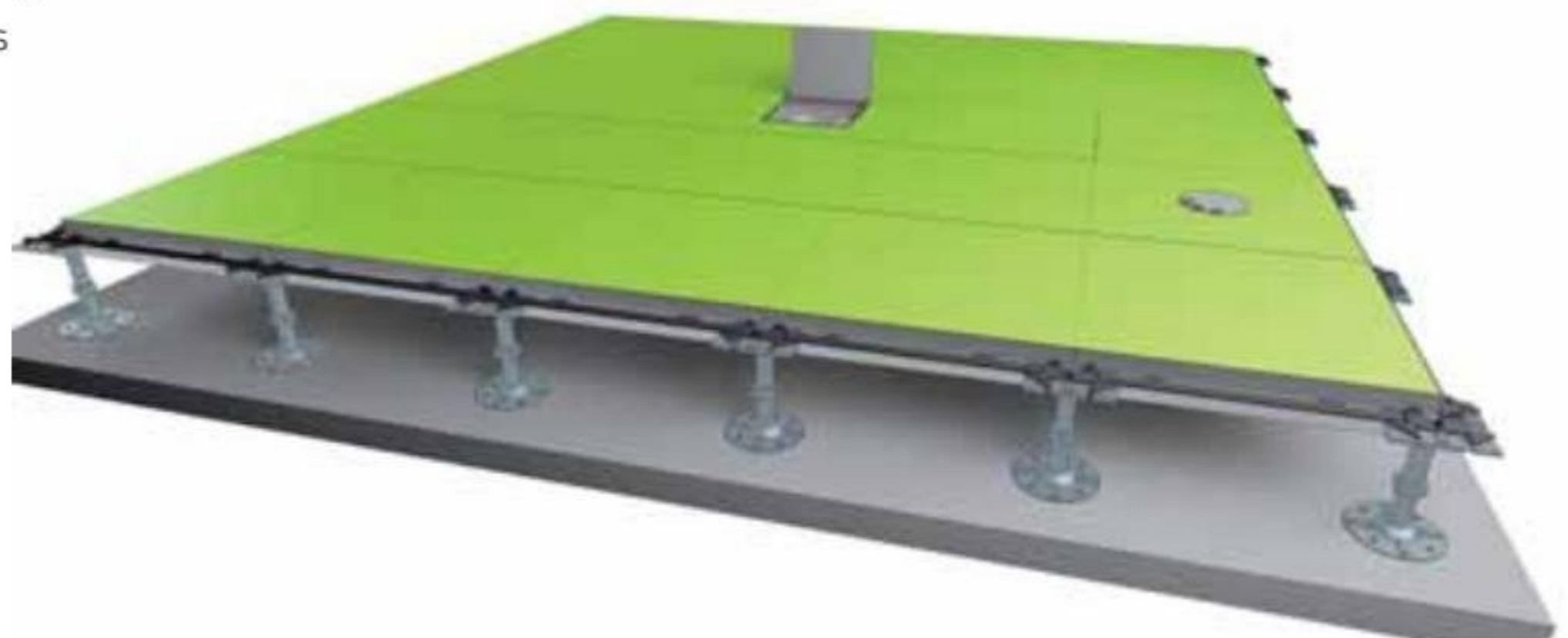
Los suelos sobre elevados, generan un espacio entre el forjado y los paneles de altura variable según las necesidades de cada proyecto, permitiendo el paso de todo tipo de instalaciones, sin importar el tamaño ni su recorrido, con la ventaja de que todas las instalaciones quedan en el propio espacio al que sirven, facilitando su ampliación, reparación, modificación y mantenimiento (IMAGEN 2.2).

IMAGEN 2.2. Instalaciones.



Gracias a la flexibilidad en el paso de instalaciones, existe una gran capacidad de conexión a las diferentes redes infraestructurales del edificio, permitiendo una amplia versatilidad de uso, personalizar y modificar el espacio de forma rápida y sencilla, según sean las necesidades (RENDER 2.2).

## Versatilidad



RENDER 2.2. Versatilidad.

## Tipos Exterior

### Sobre pedestales

Los pavimentos técnicos sobre pedestales (RENDER 2.3), son aquellos que los paneles se apoyan sobre pedestales o plots atornillados al forjado con el fin de obtener bajo la superficie de tránsito un espacio o hueco que permita albergar las pendientes necesarias para la evacuación de agua de lluvia. Por lo tanto los paneles se dispondrán con junta abierta para el drenaje del agua. Se utilizan fundamentalmente en terrazas transitable o suelos de piscinas.

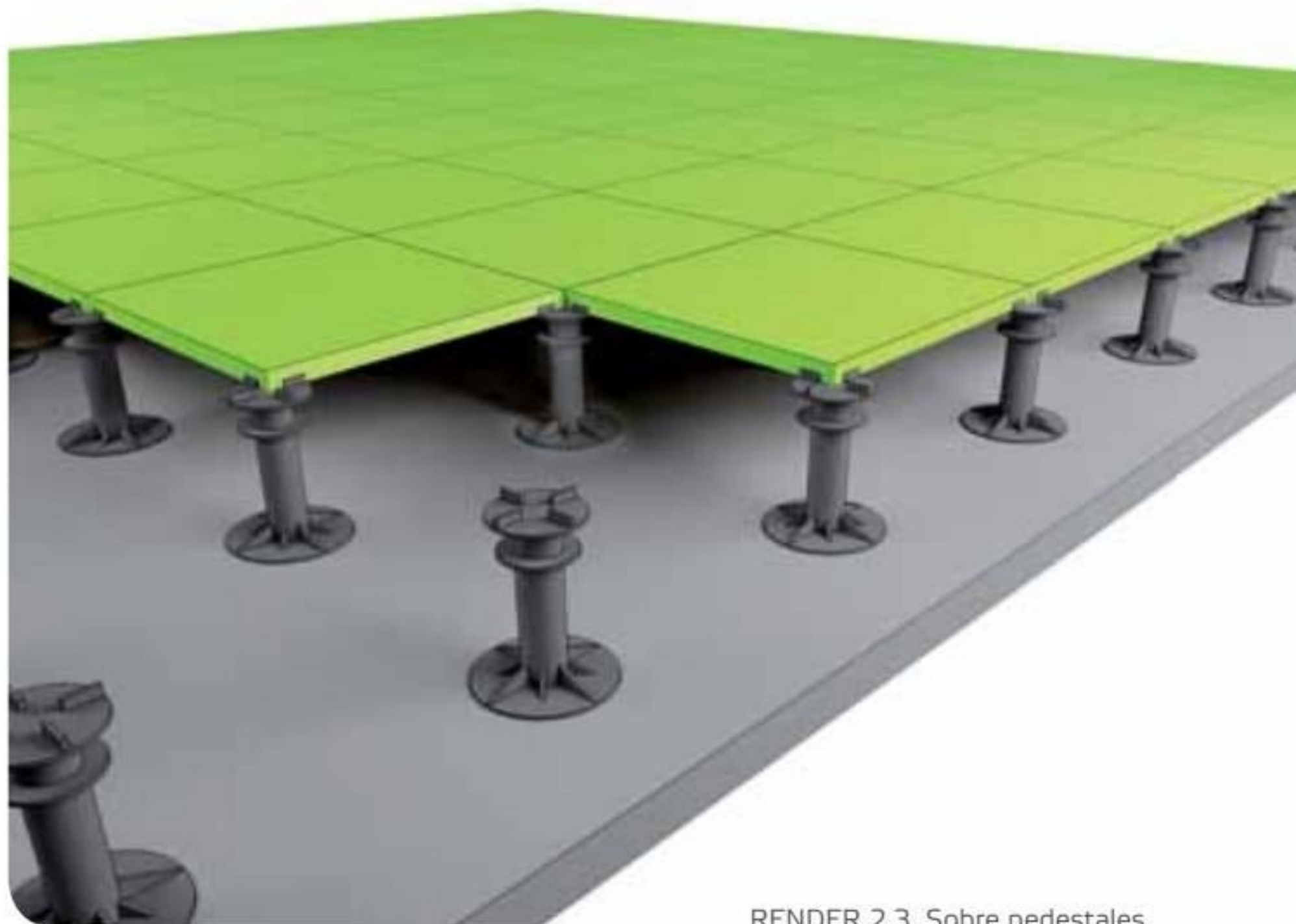
Los pedestales o plots pueden ser metálicos o de plástico, deben de permitir su ajuste en altura, normalmente a través del núcleo central roscado, ha de tener la suficiente inercia para estabilizar el conjunto, forjado-pedestal-bandeja, ante esfuerzos verticales y horizontales. La unión forjado-pedestal se realiza a través del atornillado directo. Sin embargo la unión entre el pedestal y el panel debe permitir cierto movimiento que absorba el diferencial de dilatación de ambos materiales. Por este hecho y para evitar el tableteo de las piezas, se colocará poliuretano para fijar la unión, dejando el resto de junta abierto para posibilitar el drenaje de agua.

#### Fases de montaje:

Atornillado de los pedestales al suelo según la distribución de proyecto que vendrá determinada por el tamaño de las piezas del pavimento. Se nivelan las piezas de pavimento a medida que se van colocando por medio de la rosca de los pedestales. Finalmente, y como ya hemos comentado anteriormente, se colocará una junta de poliuretano para la unión entre los paneles y los pedestales. Para evitar el traqueteo del pavimento se utiliza poliuretano para fijar la unión, también es posible una fijación más rígida utilizando un elemento de sujeción como pueden ser vástagos o tornillos que anclen el panel al pedestal.

### Características:

- > El suelo sobreelevado genera un pavimento totalmente horizontal sobre suelos de albañilería con pequeñas pendientes, normalmente hasta el 3-4%. Los desniveles mayores deben corregirse con morteros/cuñas.
- > Los paneles protegen la cubierta de la radiación directa del sol, aumentando la durabilidad y el buen funcionamiento de ésta, además de disminuir el calor por insolación de cubierta que es muy elevado en los meses estivales.
- > Gracias a la cámara de aire bajo del pavimento y las juntas abiertas, se permite la ventilación constante que evita condensaciones en aislamiento térmico por recirculación del aire.
- > La cámara creada entre forjado y pavimento permite albergar diversas instalaciones debajo del pavimento.
- > Facilita la reparación y colocación de instalaciones, así como las eventuales reparaciones de cubierta, gracias al fácil acceso de la cámara.
- > Colchón acústico frente a ruidos aéreos.
- > Rapidez de montaje.



RENDER 2.3. Sobre pedestales.



## Interior

### Sobre pedestales

**E**n los pavimentos técnicos sobre pedestales en interiores (RENDER 2.4) se utilizan los mismos mecanismos que los comentados anteriormente para exteriores, pero en este caso los forjados que soportan dichos pedestales son horizontales ya que no tienen la función de evacuar el agua de lluvia.

En este caso la cámara dejada entre el pavimento y el forjado permite el paso de gran cantidad de instalaciones, su constante ampliación, modificación y una elevada accesibilidad para las eventuales reparaciones que puedan surgir.

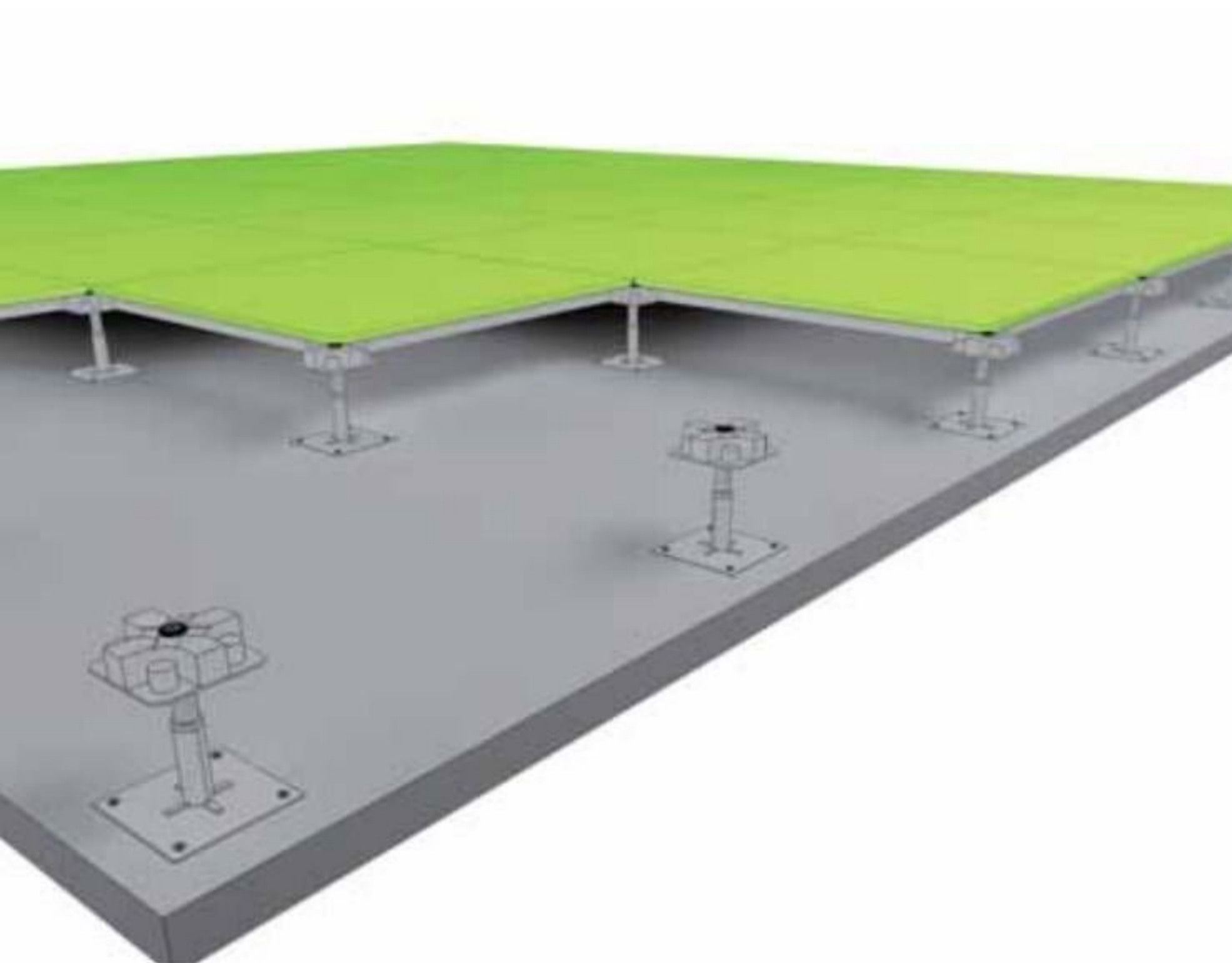
Estos pavimentos no permiten la junta abierta, como era el caso de los pavimentos para exterior, por lo que cada sistema prevé un tipo de junta que resuelva la unión estanca entre las piezas y que mantenga la facilidad de desmontaje del conjunto.

#### Fases de montaje:

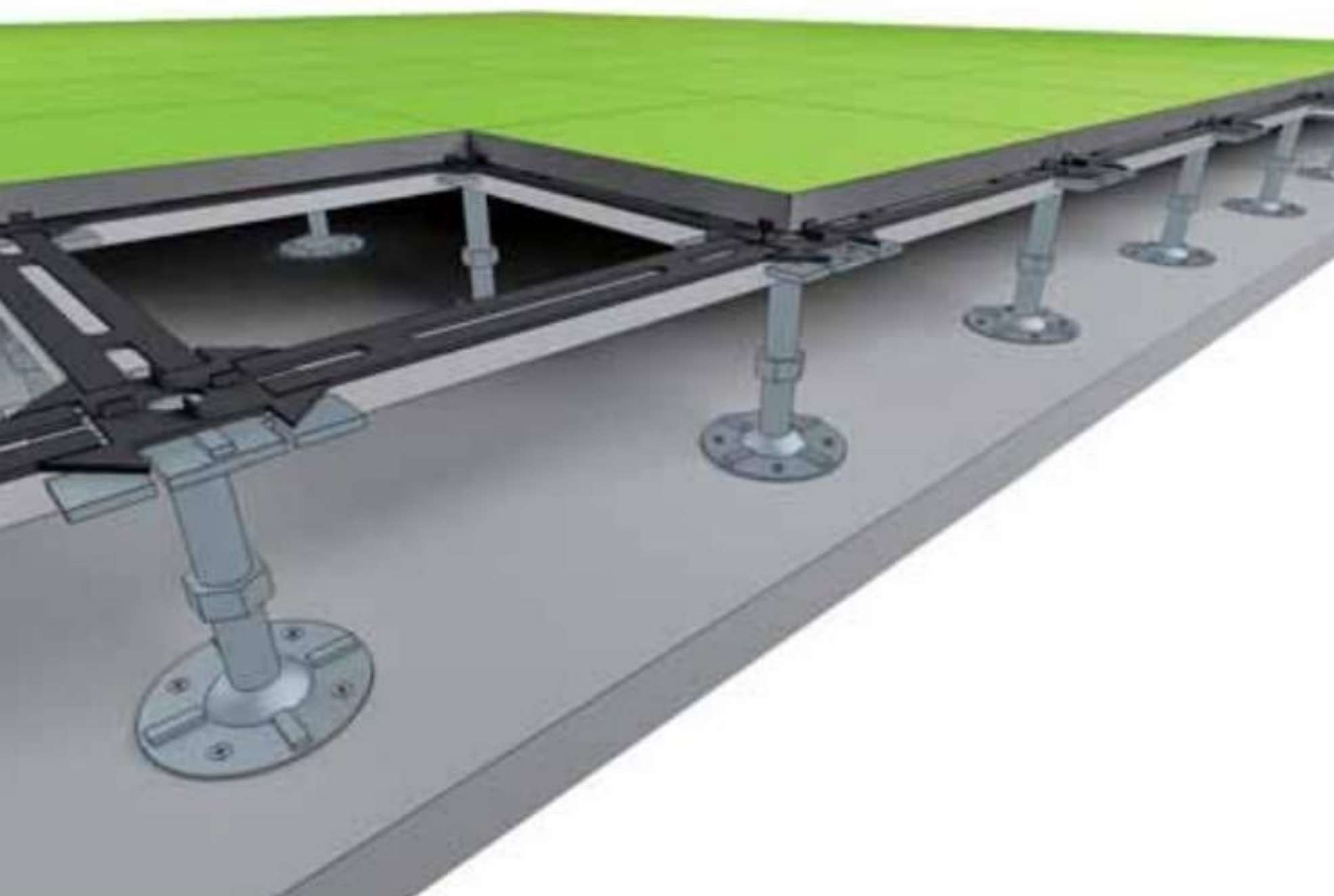
Como en las anteriores, se unen los pedestales directamente al suelo, y sobre estos se colocan las bandejas, absorbiendo posibles irregularidades del forjado mediante el núcleo rosado de los mencionados pedestales. Por último se colocará la junta, normalmente un elemento elástico colocado en seco.

#### Características:

- > El suelo sobreelevado permite la corrección de posibles irregularidades en el forjado, creando una superficie totalmente horizontal. Este factor es muy importante en la rehabilitación de edificios.
- > La cámara creada entre forjado y pavimento permite albergar todas las instalaciones del edificio, siendo directamente registrables desde el propio espacio al que da servicio, aumentando potencialmente la redistribución, ampliación y reparación de la misma.
- > Colchón acústico entre plantas, tanto a ruido de impacto, gracias a los elementos elásticos que evitan el tableteo de las piezas, como al ruido aéreo.
- > Rapidez de montaje.



RENDER 2.4. Sobre pedestales interior.



RENDER 2.5. Sobre subestructura horizontal y pedestales.

## Sobre subestructura horizontal y pedestales

Los pavimentos interiores sobre subestructura horizontal y pedestales (RENDER 2.5), son aquellos en los que sobre los pedestales se distribuye una retícula de rastreles que aumenta la resistencia del sistema, en ambas direcciones. También existen los sistemas en los que solo se colocan los rastreles en una dirección, similares a los sistemas para exterior.

De esta forma aumenta la estabilidad del sistema, mejorando la facilidad de montaje, disminuyendo los tiempos de ejecución y la correcta terminación. Estos sistemas resuelven de forma más eficaz la junta requerida entre piezas, pudiendo estar ésta incluida en los propios rastreles o siendo independiente a éstos.

### Fases de montaje:

Como en los anteriores, se fijan los pedestales al forjado, se colocan los rastreles en dos direcciones, y si éstos llevan la junta entre piezas prevista se colocan los paneles quedando terminado el pavimento. En el caso de que no esté prevista la junta, posteriormente a la colocación de los paneles se procederá al rejuntado, normalmente en seco, permitiendo el fácil desmontaje de las piezas.

### Características:

- > Los sistemas con subestructura horizontal se caracterizan por aumentar la resistencia del sistema, ya que permite un arriostramiento horizontal y los paneles dejan de estar apoyados solo en las esquinas para estarlo en todo el perímetro.
- > Otra de las ventajas de estos pavimentos es la facilidad de montaje del sistema y la disminución de tiempos de ejecución del mismo.
- > El resto de características son similares a las comentadas en los técnicos sobre pedestales.

### Directamente sobre subestructura horizontal

Existen sistemas comercializados que se basan en perfilera horizontal apoyada directamente sobre el suelo con nivelación rápida (RENDER 2.6), elevándolo lo suficiente para el paso de las instalaciones, normalmente solo eléctricas, utilizando un mínimo espacio y respetando al máximo la altura de la estancia donde se ubica.

Para estos sistemas se utilizan rastreles metálicos, colocados en una dirección y dejando espacio entre los rastreles de una misma hilada para permitir el paso de las instalaciones en ambas direcciones.

Estos sistemas son muy útiles cuando se pretende colocar suelo técnico en edificaciones con un pavimento totalmente plano, como ocurre en rehabilitaciones y reformas, respetando al máximo la altura libre del edificio y manteniendo la facilidad en el paso de nuevas instalaciones y futuras ampliaciones, modificaciones o reparaciones.

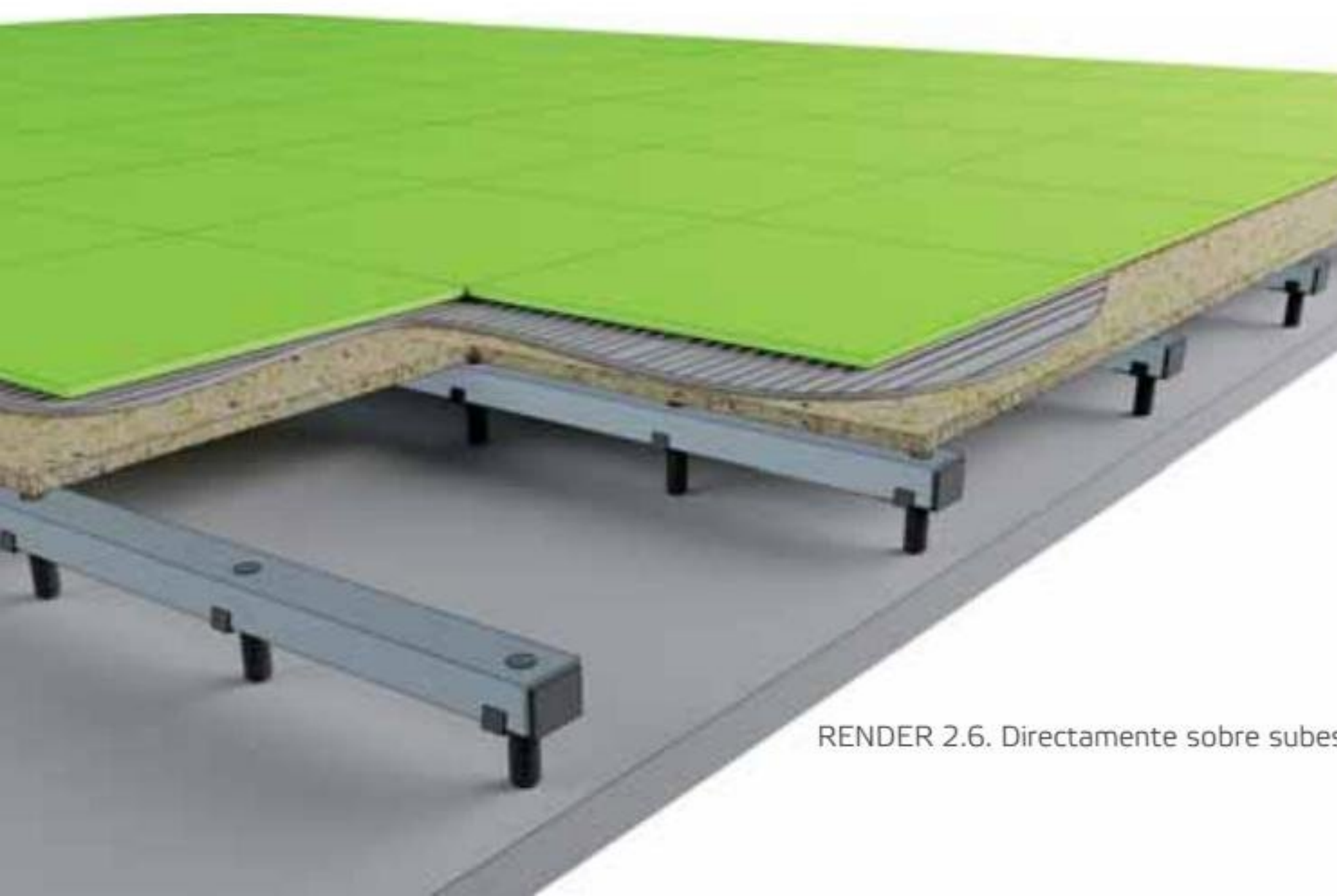
#### Fases de montaje:

Fijación de los rastreles sobre el suelo a través de unos tornillos de fijación que posteriormente servirán para nivelar y conseguir la total planeidad del pavimento. Posteriormente se colocan los paneles que configuran junto al adhesivo y la cerámica, el acabado del pavimento y finalmente se rejunta el sistema mediante una masilla de enlucido.

#### Características:

Las características diferenciales de este sistema radican en:

- > Mínimo espesor necesario para el paso de instalaciones, permitiendo una mayor altura libre del espacio, con exclusión del revestimiento del suelo.
- > La facilidad e inmediatez de montaje.
- > Por último, comentar que a diferencia de otros sistemas de suelo técnico este tipo de sistemas requiere prever los accesos a las zonas que deban ser registrables.



RENDER 2.6. Directamente sobre subestructura horizontal.



Fch

**Normativa**

UNE-EN

**E**n el territorio español, toda edificación debe cumplir las exigencias básicas de seguridad y habitabilidad que quedan recogidos en el “Código Técnico de la Edificación” de reciente publicación y entrada en vigor. Este texto desarrolla la disposición adicional segunda de la Ley 38/1999, de 5 de Noviembre, de Ordenación en la edificación (LOE).

El CTE es un reglamento de obligado cumplimiento que hace referencia a las exigencias requeridas a los pavimentos en general y confía el estudio pormenorizado de los productos, equipos y materiales que se incorporen con carácter permanente a la edificación, al marcado CE. No obstante y dado que los suelos técnicos no son considerados un producto tradicional, deberán obtener ese marcado a través de un guía DITE (Documento de Idoneidad Técnica Europeo).

A la espera de la publicación de la guía DITE, el CTE prevé otros mecanismos que garanticen la idoneidad de los sistemas, equipos y materiales utilizados en la construcción.

Para dichos casos los artículos 5.2.4 y 5.2.5 5 de la parte I del Código Técnico de la Edificación, ofrece la posibilidad de certificación de sistemas innovadores mediante:

- > Certificaciones de conformidad de las prestaciones finales de los edificios, las certificaciones de conformidad que ostenten los agentes que intervienen en la ejecución de las obras y otras certificaciones que faciliten el cumplimiento del CTE (Art 2.5.4).
- > Una evaluación técnica favorable de su idoneidad para el uso previsto concedida por las entidades autorizadas para ello, que se plasmará en los documentos pertinentes (Art 2.5.5). Actualmente y en España las entidades reconocidas son el Instituto Torroja de la Construcción y el Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya con los Documentos de idoneidad Técnica (DIT) y los Documentos de adecuación de uso (DAU), respectivamente.

Así mismo, en el artículo 5.1.3 de la Parte I del CTE se indica que para justificar que un edificio cumple las exigencias básicas que se establecen en el CTE podrá optarse por:

- > Adoptar soluciones técnicas basadas en los DB.
- > Soluciones alternativas que se aparten total o parcialmente de los DB, en cuyo caso el proyectista o el director de la obra pueden, bajo su responsabilidad y previa conformidad del promotor, justificar documentalmente que el edificio proyectado cumple las exigencias básicas del CTE porque sus prestaciones son, al menos, equivalentes a los que obtendrían por la aplicación de los Documentos Básicos (DB).

## UNE-EN

**L**as UNE-EN directamente relacionadas con suelos técnicos son:

**UNE-EN 12825** Pavimentos elevados registrables.

**UNE-EN 13213** Pavimentos huecos.

**UNE-EN 1366-6** Ensayos de resistencia al fuego de instalaciones de servicio.

Parte 6: Pavimentos elevados registrables y pavimentos huecos.

**UNE 41953** Pavimentos registrables. Instalación y mantenimiento.

**Estas normas europeas incorporan disposiciones de otras publicaciones:**

**EN 1081** – Revestimientos de suelo resilientes. Determinación de la resistencia eléctrica.

**EN 1815** – Resistencia de suelo resilientes y textiles. Evaluación de la propensión a la acumulación de cargas electrostáticas.

**EN-ISO 140-12** – Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 12: Medición en laboratorio del aislamiento al ruido aéreo y de impactos entre locales con suelo registrable (ISO 140-12:2000).

**prEN 12524** – Materiales y productos para la edificación. Propiedades higro-térmicas. Valores de diseño tabulados.

**EN 12664** – Materiales de construcción. Determinación de la resistencia térmica por el método de la placa caliente guardada y el método del medidor de flujo de calor. Productos de alta y media resistencia térmica.

**prEN 13501-1** – Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 1: Clasificación utilizando datos de ensayos de reacción al fuego.

**prEN 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 (excluyendo a los productos utilizados en sistemas de ventilación).

**ENV 61024** – Protección de estructuras frente al rayo. Parte 1: principios generales.

**HD 348.4.41** – Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 4: Protección para garantizar la seguridad. Protección contra el choque eléctrico.

**HD 384.4.473** – Instalaciones eléctricas en edificios. Protección para garantizar la seguridad. Aplicación de las medidas de protección contra las sobre intensidades.

**HD 38435354** – Instalaciones eléctricas en edificios. Elección e instalación de los materiales eléctricos. Puesta a tierra y conductores de protección.

**HD 384.6.61** – Instalaciones eléctricas en edificios. Verificación inicial (previa a la puesta en servicio).





## **Especificaciones en proyecto**

**Definición de los documentos de proyecto en los que se contienen las especificaciones de un suelo técnico**

### **Prescripciones**

sobre el sistema, baldosas cerámicas y aislante  
sobre la ejecución

### **Ejemplo de especificación de pavimento técnico**

# Definición de los documentos de proyecto

en los que se contienen las especificaciones de un suelo técnico

En el caso de los pavimentos técnicos cabe destacar que más allá de los valores de las características mecánicas definidas en la norma UNE-EN 12825 y de los tipos definidos, no es posible realizar una especificación concreta del sistema sin recurrir a soluciones comerciales concretas.

Los contenidos del Proyecto vienen definidos en el Anejo I de la Parte primera de CTE.

## I Memoria

**Memoria descriptiva:** Definición general del edificio sin entrar en detalles, se indicarán las prestaciones generales del edificio.

**Memoria constructiva:** En el proyecto se describirán de forma genérica las soluciones adoptadas, indicando las características y prescripciones para cumplir los requisitos de funcionalidad, seguridad y habitabilidad. Una vez elegido el sistema de pavimento, se completará dicha descripción con las características específicas.

**Cumplimiento del CTE:** Justificación de las prestaciones del edificio por requisitos básicos en relación con las exigencias básicas del CTE y en especial con el DB SU-1.

**Anejos a la memoria:** Una vez elegida la solución comercial, se puede incluir un proyecto detallado y el Plan de Control de Calidad.

## II Planos

**Planos de definición constructiva:** En el proyecto se puede definir el pavimento con la geometría y modulación del mismo.

Posteriormente se completará con las soluciones constructivas concretas y los detalles de los puntos singulares.

**Memorias gráficas:** Se pueden entender como tales, detalles constructivos explicativos de los distintos encuentros.

## III Pliego de condiciones

**Administrativas, Generales, Facultativas, Económicas, Técnicas particulares de los materiales de la ejecución de la verificación en el edificio terminado:** En fase de proyecto pueden establecerse unas condiciones genéricas o en su caso la posesión de un Documento de Idoneidad Técnica o un Documento de Adecuación de Uso.

Así mismo, según el CTE, todos los productos que estén afectados por la Directiva de Productos de la Construcción deberán disponer del marcado CE.

También se podrá prescribir un sistema de llave en mano, en cuyo caso la especificación en el pliego de condiciones estará vinculada a las características técnicas del sistema contratado, y se deberá contar con un certificado de garantía del sistema y de su instalación.

### IV Mediciones

Se desarrollarán las descripciones técnicas necesarias para su especificación y valoración.

### V Presupuesto

Se realizará la valoración de las mismas.

## Prescripciones sobre el sistema, baldosas cerámicas y aislantes

En las distintas partes del proyecto se deberán definir:

- > Las características del soporte, así como las tolerancias dimensionales.
- > El sistema portante del pavimento.
- > El tipo de baldosa cerámica utilizado y sus dimensiones.
- > El material de aislamiento térmico / acústico utilizado.
- > Las instalaciones especiales que puede albergar el pavimento.
- > Se podrá definir así mismo los controles de calidad necesarios.
- > Se podrá hacer referencia a la posesión de un DIT, DAU o DITE.

## Sobre la ejecución

La prescripción del procedimiento de ejecución se deberá realizar en el pliego de condiciones técnicas y se deberán definir: las comprobaciones a realizar, la preparación del soporte, el sistema constructivo, el proceso de ejecución y técnicas de colocación, con especial atención a las tolerancias dimensionales del sistema.

Se puede prescribir, o utilizar como criterio de elección del sistema, el que ofrezca un montaje llave en mano, en el que el suministrador se responsabilice del pavimento acabado, y sea él quien realice los controles necesarios.

## Ejemplo de especificación de pavimento técnico

La descripción del pavimento puede realizarse del siguiente modo:

Pavimento técnico exterior, formado por baldosas de gres porcelánico Grupo Bla de 30x30cm con clase de resbaladizidad 3 según el CTE, encapsuladas sobre base de mortero de cemento de 60x60cm y sustentadas por subestructura horizontal y pedestales de acero inoxidable, clase 4 (Carga límite  $\geq 9\text{kN}$ ) para una flecha clase C (Flecha máxima 4.0mm) según UNE-EN 12825; con altura de plenum entre 10 y 30cm.

### Posibles variaciones de las baldosas cerámicas:

Gres porcelánico Bla; placas de gres rústico Al...

Encapsuladas sobre base de mortero de cemento; encapsuladas sobre base de tablero aglomerado; enmalladas por el trasdós; reforzadas por el trasdós.

Exterior: clase de resbaladizidad 3

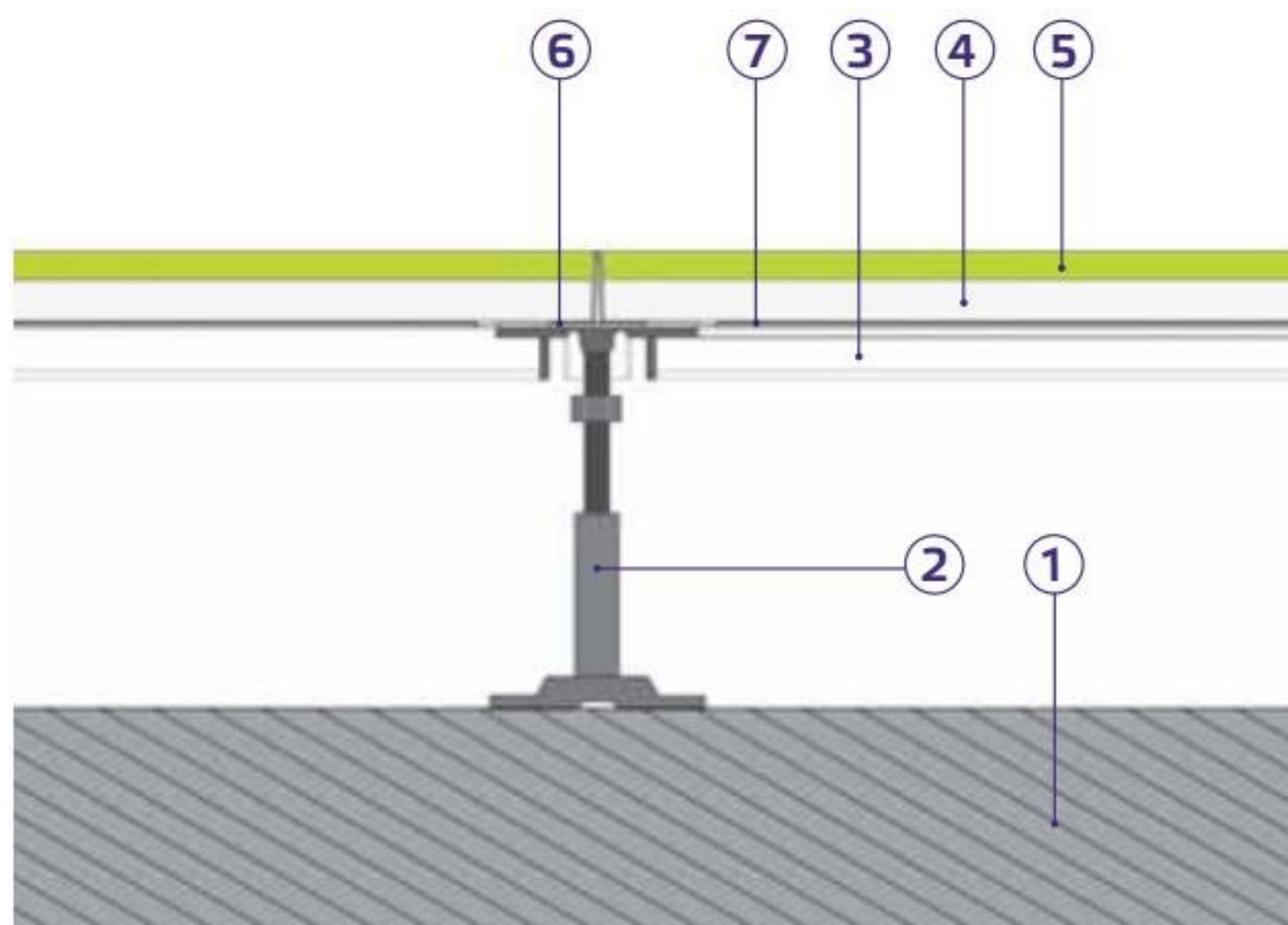
Interior: clase de resbaladizidad 1.

### Posibles variaciones de la subestructura en pavimentos exteriores:

Pedestales de polipropileno; subestructura horizontal y pedestales de acero inoxidable; acero galvanizado; directamente sobre subestructura horizontal metálica; directamente sobre subestructura horizontal de fábrica...

### Posibles variaciones de la subestructura en pavimentos interiores:

Pedestales de polipropileno; subestructura horizontal y pedestales de acero inoxidable; acero galvanizado.



- ① Forjado
- ② Pedestal
- ③ Subestructura horizontal
- ④ Base de hormigón armado
- ⑤ Baldosa gres
- ⑥ Base separadora
- ⑦ Banda separadora



## **Control de obra**

**Control de recepción en la obra de los componentes del sistema**

**Control de ejecución del pavimento técnico**

**Control del pavimento técnico terminado**

comprobación final de la regularidad dimensional

prueba de servicio

**D**urante la ejecución del pavimento técnico el director de obra y el director de la ejecución de la obra realizarán, según sus respectivas competencias, los controles siguientes:

- > **Control de recepción en obra de los componentes del sistema.**
- > **Control de ejecución del pavimento técnico.**
- > **Control del pavimento técnico terminado.**

Dichos controles tienen por objeto comprobar que los componentes del sistema, los procesos y actividades de la ejecución del pavimento técnico, son conformes con lo indicado en el proyecto, la legislación aplicable, las instrucciones del fabricante del sistema y las instrucciones de la dirección facultativa.

## Control de recepción en obra de los componentes del sistema

**L**a dirección facultativa comprobará que los componentes del sistema recibidos:

- > Corresponden a los especificados en el plan de control o, en su caso, en el pliego de condiciones del proyecto.
- > Disponen de la documentación exigida.
- > Están caracterizados por las propiedades exigidas.
- > Han sido ensayados, cuando así se establezca en el programa de control.

La recepción del sistema que se vaya a utilizar en la ejecución del pavimento técnico, comprenderá el control de la documentación del suministro y, en su caso, el control mediante ensayos.

En la TABLA 2.1 se indican las actuaciones de control a seguir para asumir la conformidad del sistema:

|                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| IDENTIFICACIÓN DEL SISTEMA Y COMPONENTES         | Se comprobará la identidad de los componentes del sistema que se recibe (dimensiones de baldosa, tipo baldosa, tipo subestructura horizontal, pedestales, altura del plenum, etc.)                                                                                                                                                                                                                                        |
| PROPIEDADES EXIGIDAS. ESPECIFICACIONES (1)       | Se comprobará que los valores declarados en el certificado de las características técnicas del sistema, permiten deducir el cumplimiento de las propiedades exigidas en el proyecto (especificaciones)                                                                                                                                                                                                                    |
| CONTROL DE LA DOCUMENTACIÓN DE LOS SUMINISTROS   | Se facilitarán al menos los siguientes documentos:<br>Antes del suministro:<br>- Certificado de las características técnicas del sistema firmado por el fabricante<br>Durante el suministro:<br>- Hoja de suministro (Se comprobará que la identificación de los componentes y sus características se corresponden con lo exigido en proyecto)<br>Al finalizar el suministro:<br>- Certificado de garantía del fabricante |
| CONTROL MEDIANTE EVALUACIÓN TÉCNICA DE IDONEIDAD | En el caso de que el sistema dispusiera de una evaluación técnica de calidad que avalara las características exigidas, se aceptará el sistema sin más que acreditar la posesión del DIT o DAU en vigor                                                                                                                                                                                                                    |
| CONTROL MEDIANTE ENSAYOS                         | En el caso de que en el proyecto se exijan determinadas especificaciones para los componentes o del sistema y no pueda deducirse su conformidad mediante la verificación documental, se realizarán los ensayos de las características correspondientes según UNE-EN 12825                                                                                                                                                 |

TABLA 2.1. Actuaciones de control a seguir para asumir la conformidad del sistema.

La caracterización del sistema podrá realizarse de acuerdo con la norma UNE-EN 12825 “Pavimentos elevados registrables” (TABLA 2.2).

| Características | requisitos (si son aplicables)                                                                               | método de ensayo                                                                                   |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| mecánicas       | - capacidad de carga estática<br>- capacidad portante vertical del pedestal<br>- capacidad de carga dinámica | - Aptdo. 5.2.1 UNE-EN 12825<br>- Aptdo. 5.3.1 UNE-EN 12825<br>- Aptdo. 5.5.1 y 5.5.2. UNE-EN 12825 |
| dimensionales   | - tolerancia dimensionales                                                                                   | - Aptdo. 5.6 UNE-EN 1282                                                                           |
| frente al fuego | - reacción al fuego<br>- resistencia al fuego                                                                | - EN 13501-2<br>- pr-EN 1366-6                                                                     |
| eléctricas      | - resistencia eléctrica<br>- conductividad electrostática                                                    | - UNE 1081<br>- UNE 1815                                                                           |
| acústicas       | - aislamiento al ruido aéreo<br>- aislamiento al ruido de impactos                                           | - EN ISO 140-12                                                                                    |
| térmicas        | - conductividad térmica                                                                                      | - EN 12524 / EN 12644 / EN 12667                                                                   |

TABLA 2.2. Caracterización del sistema.

## Control de ejecución del pavimento técnico

**D**urante la construcción del pavimento técnico, la dirección facultativa controlará la ejecución de cada fase de la misma, verificando su replanteo, los productos y sistemas que se utilicen y la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos. El control de ejecución comprenderá:

- > La comprobación del autocontrol del constructor o empresa instaladora.
- > La realización de inspecciones puntuales de las distintas fases de ejecución.

La dirección facultativa podrá exonerar la realización de inspecciones cuando el sistema disponga de evaluación técnica de idoneidad, no obstante, comprobará que la puesta en obra se efectúe en las condiciones y campos de aplicación cubiertos por el DIT o DAU.

La programación del control contemplará la división del suelo en unidades de inspección, el tamaño de ésta será establecido por la dirección facultativa en función de factores de ponderación (interior o exterior, complejidad, experiencia de la empresa instaladora, etc.), en cualquier caso se recomienda no sobrepasar los 400m<sup>2</sup> en interiores y 200m<sup>2</sup> en exteriores.

En cada unidad de inspección se identificarán los procesos o actividades (fases de ejecución) susceptibles de ser inspeccionadas. A título de ejemplo se proponen las siguientes fases de ejecución y puntos de observación (TABLA 2.3).

| proceso (fase de ejecución) |                                                   | puntos de observación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| condiciones previas         | Suelo base (solera, forjado, pavimento existente) | <div><div>- Comprobar que el suelo base está seco libre de suciedad y de restos de obra</div><div>- Comprobar la nivelación: la tolerancia máxima admisible será de ±2.0cm</div></div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                             | Paramentos verticales y horizontales              | <div><div>- Comprobar que los paramentos verticales y horizontales están terminados, con su acabado final y seco, y que su grado de planeidad no afecta al pavimento técnico</div></div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                             | Instalaciones                                     | <div><div>- Comprobar que antes de instalar el pavimento técnico, se ha concluido el montaje básico de las instalaciones (fontanería, aire acondicionado, iluminación , telefonía, ofimática, contra incendios, alarmas, etc.</div></div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                             | Falsos techos                                     | <div><div>- Comprobar que están instalados</div></div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| replanteo                   | Inicio replanteo                                  | <div><div>- Comprobar que el director de obra ha definido el punto de origen (intersección de los ejes de replanteo), la cota y la orientación de los ejes</div></div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                             | Puntos singulares                                 | <div><div>- Comprobar que en los encuentros del pavimento técnico con otros pavimentos, rampas o escalones de acceso, se utilizan preferentemente baldosas enteras</div><div>- Comprobar que se procura mantener en todos los pasos de puertas la alineación de las baldosas</div><div>- Comprobar que en la medida de lo posible se evitan los remates de baldosas inferiores a 10cm de ancho</div><div>- Comprobar que en pasillos los remates sean del mismo ancho a lo largo del pasillo</div></div>                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                             | Otros condicionantes                              | <div><div>- Comprobar si es necesario algún tratamiento de la superficie del suelo (por ej. pintura antipolvo) para permitir la fijación de los pedestales</div></div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| montaje                     | Montaje del pavimento técnico                     | <div><div>- Comprobar que el montaje se inicia a partir de los ejes y criterios de replanteo establecidos</div><div>- Comprobar que cuando no se utilizan travesaños, los pedestales deben fijarse al suelo mediante adhesivos u otros sistemas de fijación</div><div>- Comprobar que en la colocación de las baldosas se regula y ajusta su nivel, alineación y escuadrado</div><div>- Comprobar que el pavimento técnico no trasmita esfuerzos a elementos de separación verticales</div><div>- Comprobar que los accesorios que no estén integrados en las baldosas se colocan al final del montaje</div><div>- Si existen juntas de dilatación en los suelos del local se consultará a la dirección facultativa su tratamiento en el montaje del pavimento técnico</div></div> |

TABLA 2.3. Fases de ejecución y puntos de observación.

## Control del pavimento técnico terminado

### Comprobación final de la regularidad dimensional

Una vez finalizado el pavimento técnico, se efectuará inspección del mismo, al objeto de comprobar que se cumplen las especificaciones dimensionales establecidas en el proyecto.

Como referencia en la TABLA 2.4 se expresan las tolerancias dimensionales admisibles según la norma UNE 41953:1997.

| Características                                       | requisito                                                                                                                                                                           | tolerancia dimensional |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| altura del pavimento técnico terminado                | diferencia máxima de cotas entre la superficie acabada del pavimento técnico y la altura prescrita para el mismo                                                                    | $\pm 6\text{mm}$       |
| planeidad                                             | flecha máxima medida con regla de 2m en cualquier zona                                                                                                                              | $\leq 2\text{mm}$      |
| horizontalidad                                        | diferencia máxima de nivel entre la superficie del pavimento técnico y una recta horizontal ideal de 5m de longitud, apoyada al menos en un punto sobre la superficie del pavimento | $\leq 3\text{mm}$      |
| diferencia de altura entre baldosas adyacentes (ceja) | ceja máxima entre baldosas de pavimentos sin revestir                                                                                                                               | $\leq 1\text{mm}$      |
| holgura entre baldosas (juntas)                       | junta máxima entre baldosas adyacentes                                                                                                                                              | $\leq 1\text{mm}$      |
| alineación de las baldosas                            | desviación máxima de alineación entre los bordes superiores de dos baldosas contiguas, medida en la esquina adyacente                                                               | $\leq 2\text{mm}$      |
| remates                                               | separación máxima entre los encuentros rectos de baldosas con elementos de separación verticales, bajantes, pilares, puertas, etc.                                                  | $\leq 10\text{mm}$     |

TABLA 2.4.  
Tolerancias dimensionales admisibles según la norma UNE 41953:1997.

### Prueba de servicio

Si estuviera prevista la realización de pruebas de servicio (por ejemplo pruebas de carga), éstas se realizarán de acuerdo con el Plan de prueba establecido en la planificación del control y con la localización e intensidad establecido por la dirección facultativa en la programación de control.



A large, stylized number '3' in a vibrant lime green color, which serves as the background for the text.

**bibliografía**

Publicaciones de resultados del Proyecto de Innovación: Revestimientos cerámicos de altas prestaciones para el recubrimiento de fachadas de TAU Cerámica. (1999-2000). Con el asesoramiento tecnológico de ITC-AICE/ALICER y cofinanciado por: IMPIVA, MCYT y CDTI.

CEMCO 2007: XVII Curso de estudios mayores de la construcción: La innovación en las técnicas, los sistemas y los materiales de construcción. Madrid: Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, 2007.

BLÁZQUEZ MORALES, A. Seminario S-8: Evaluación de productos innovadores de construcción: DIT, DITE y DIT plus. En: CEMCO 2007: XVII Curso de estudios mayores de la construcción: La innovación en las técnicas, los sistemas y los materiales de construcción. Madrid: Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, 2007.

BLÁZQUEZ MORALES, A. Jornada J-2: Fachadas ventiladas. En: CEMCO 2007: XVII Curso de estudios mayores de la construcción: La innovación en las técnicas, los sistemas y los materiales de construcción. Madrid: Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, 2007.

MONTERO FERNÁNDEZ DE BOBADILLA, E. Fachadas ventiladas y aplacados. Requisitos constructivos y estanqueidad. Murcia: Consejería de Obras Consejería de Obras Públicas, Vivienda y Transporte, 2007.

PARDA, C.; PARICIO, I. Fachada ventilada y ligera. Barcelona: Bisagra, 2006.

SARRABLO, VICENTE. Cortezas cerámicas. Casal de Cambra (Portugal): Caleidoscopio, 2008.





COORDINACIÓN:  
**Instituto de Tecnología Cerámica**

AUTORES:

**Bartolomé Álvaro, Miguel**  
**Batalla Soriano, Pau**  
**Gallego Navarro, Teresa**  
**Mira Peidro, Fco. Javier**  
**Palencia Guillén, Juan José**  
**Pitarch Roig, Angel Miguel**  
**Ramón Albors, Juan José**  
**Silva Moreno, Gonzalo**

DISEÑO GRÁFICO:  
**Ariño Valero, Pilar**  
**Esteller Llorach, María**

ILUSTRACIONES Y TABLAS:  
**Bartolomé Álvaro, Miguel**  
**Forcadell García, Oscar**  
**Llorens Colera, Miguel**

SELECCIÓN FOTOGRÁFICA:  
**Rodríguez Vives, Silvia**



Instituto de Tecnología Cerámica



UNIÓN EUROPEA  
Fondo Europeo de  
Desarrollo Regional

*Una manera de hacer Europa*

[www.ceramicadeespaña.es](http://www.ceramicadeespaña.es)

ASCER  
Ginjols, 3  
12003 Castellón

Tel.: +34 964 727 200

Fax: +34 964 727 212

[global@ascer.es](mailto:global@ascer.es)