

---

## **Proyecto MULTI CERAM – E1Informe características sistemas constructivos para particiones horizontales.**

---

*IMDEEA/2018/6*

28 de diciembre de 2018

Convocatoria de ayudas del Instituto Valenciano de Competitividad (IVACE) dirigida a centros tecnológicos de la Comunidad Valenciana para el ejercicio 2018. Proyecto apoyado por el IVACE (Generalitat Valenciana) y cofinanciado en un 50% por la Unión Europea a través del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), dentro del Programa Operativo FEDER de la Comunidad Valenciana 2014-2020 con número de expediente IMDEEA/2018/6

## ÍNDICE

<b>1. Descripción del entregable.....</b>	<b>4</b>
<b>2. Objetivos específicos.....</b>	<b>4</b>
<b>3. Estudio sistemas constructivos para particiones horizontales (Tarea 1.1)....</b>	<b>4</b>
3.1. Clasificación de los sistemas cerámicos .....	5
3.2. Estudio patologías más frecuentes en particiones horizontales interiores de baldosas cerámicas.....	7
3.2.1. Patologías derivadas de problemáticas en el soporte.....	8
3.2.2. Patologías por fallos en el sistema cerámico.....	14
3.2.3. Patologías derivadas del uso y aplicación de los materiales. ....	17
<b>4. Estudio materiales existentes para cada capa del sistema (Tarea 1.2).....</b>	<b>21</b>
4.1. Baldosas cerámicas.....	21
4.2. Materiales de agarre y rejuntado .....	23
4.2.1. Adhesivos para baldosas cerámicas .....	26
4.2.2. Materiales de rejuntado .....	28
4.3. Método de aplicación del material de agarre .....	30
4.3.1. Método de simple encolado.....	30
4.3.2. Método del doble encolado .....	30
4.4. Materiales para juntas de movimiento.....	31
4.4.1. Juntas de movimiento prefabricadas .....	31
4.4.2. Materiales sellantes compresibles.....	31
4.5. Materiales para soportes.....	32
4.5.1. Materiales para capas de recrecidos y/o reparto de cargas.....	32
4.5.2. Materiales para capas de desolidarización por recrecido .....	33
4.5.3. Capa de desolidarización en contacto con el revestimiento cerámico .....	33
4.6. Membranas líquidas de impermeabilización.....	34
4.7. Membranas en láminas.....	34
4.8. Revestimientos preexistentes .....	34
<b>5. Estudio compatibilidad entre los materiales de las capas del sistema (Tarea 1.3).....</b>	<b>35</b>
5.1. Compatibilidad asociada a la estabilidad del sistema .....	35
5.2. Compatibilidad asociada a acciones químicas.....	35

<b>5.3. Compatibilidad asociada a la adecuación de materiales contiguos .....</b>	<b>36</b>
5.3.1. Compatibilidad entre adhesivo y baldosa en función de la estabilidad de las capas del sistema .....	36
5.3.2. Compatibilidad entre adhesivo y baldosa en función del tipo de baldosa .....	36
5.3.3. Compatibilidad entre adhesivo y baldosa en función del tamaño de la baldosa.....	37
5.3.4. Compatibilidad entre adhesivo y baldosa en función del tipo de soporte de colocación .....	37
5.3.5. Colocación con mortero tradicional .....	37
<b>5.4. Compatibilidad frente a las prestaciones derivadas del uso previsto .....</b>	<b>38</b>
5.4.1. Compatibilidad del sistema en función de las cargas previstas .....	38
5.4.2. Compatibilidad del sistema en función de la presencia de agua.....	39
5.4.3. Compatibilidad de la baldosa en función del tránsito previsto.....	39
<b>6. Estudio requerimientos para el sistema según necesidades (Tarea 1.4) .....</b>	<b>40</b>
<b>6.1. Estabilidad dimensional y minimización de movimientos esperados en el soporte estructural y en las capas intermedias.....</b>	<b>40</b>
6.1.1. Forjado o soporte estructural.....	41
6.1.2. Capas intermedias del soporte .....	44
<b>6.2. Adecuación de la superficie de colocación de las baldosas .....</b>	<b>58</b>
6.2.1. Nivelación, cota de entrega y planitud .....	59
6.2.2. Absorción/succión de agua .....	60
6.2.3. Textura superficial .....	60
6.2.4. Cohesión.....	61
6.2.5. Comportamiento frente al agua/humedad .....	62
6.2.6. Humedad residual del soporte.....	63
6.2.7. Presencia de materiales extraños contaminantes.....	63
6.2.8. Superficies especiales de colocación .....	63
<b>6.3. Absorción de movimientos en la puesta en servicio del sistema .....</b>	<b>64</b>
6.3.1. Juntas de colocación.....	64
6.3.2. Juntas de movimiento .....	67
<b>7. Conclusiones.....</b>	<b>73</b>
<b>8. Bibliografía.....</b>	<b>74</b>

## 1. Descripción del entregable

Este entregable corresponde al paquete de trabajo nº1 del proyecto “Estudio bibliográfico sistemas constructivos”. En el que se pretende realizar una recopilación documental de información existente que permita conocer los sistemas constructivos para particiones horizontales (suelos) actuales y en los que se utiliza como recubrimiento, dermis o capa superficial o exterior, baldosas cerámicas. El trabajo se limita a suelos interiores, es decir, en edificios, tanto de uso público como privado. Así mismo, aplica a los sistemas utilizados tanto en obra nueva como en rehabilitación.

## 2. Objetivos específicos

- Conocer los sistemas constructivos existentes para particiones horizontales
- Conocer los materiales existentes para cada una de las capas que conforman el sistema
- Conocer la compatibilidad entre los materiales de las diferentes capas
- Identificar los requerimientos del sistema en función de las necesidades derivadas del uso al que va a estar sometido y la estabilidad del soporte sobre el que se asienta

## 3. Estudio sistemas constructivos para particiones horizontales (Tarea 1.1)

Se entiende por sistema constructivo cerámico el conjunto de capas con diferentes funciones y características que varían según el tipo de elemento constructivo que se va a ejecutar, de la ubicación y del uso, siendo la última capa, la formada por el revestimiento de baldosas cerámicas, la que va a estar sujeta a un mayor número de solicitudes.

Además, forman parte del sistema cerámico, la trama de juntas de colocación y la disposición de las correspondientes juntas de movimiento.

En general, un sistema constructivo cerámico puede contemplar diferentes elementos o capas, en la norma UNE 138002<sup>1</sup> se recoge una definición genérica de cada una de estas capas.

*Revestimiento cerámico:* Recubrimiento mediante una capa o estrato de baldosas cerámicas, que determina la superficie vista fina de una base o soporte entregada para revestir. Las baldosas cerámicas son placas rígidas de poco grosor, generalmente utilizadas para revestimiento de suelos y paredes, fabricadas a partir de composiciones de arcillas y otras materias primas inorgánicas, que se someten a molienda y/o amasado, se moldean y seguidamente son secadas y cocidas a temperatura suficiente para que adquieran establemente las propiedades requeridas. Se caracterizan por tener una óptima durabilidad, así como un óptimo comportamiento frente al fuego y su propagación.

Bajo las baldosas pueden existir diferentes tipos de capas, unas de ellas suelen tener una incidencia significativa en el espesor total del sistema (recrecidos) y otras, funcionalidades específicas:

*Recrecido:* Capa generalmente de mortero, que se dispone sobre el forjado o soporte base para conseguir una superficie de colocación del revestimiento cerámico con la planitud adecuada.

*Recrecido monolítico:* adherido al soporte. En su caso, puede ser necesaria la aplicación previa de una imprimación puente de adherencia. La adherencia es imprescindible en el caso de recrecidos de poco espesor (< 40 mm).

---

<sup>1</sup> UNE 138002: 2017 Reglas generales para la ejecución de revestimientos con baldosas cerámicas por adherencia.

*Recrecido desolidarizado*: Capa intermedia que se realiza sobre una capa de separación horizontal con el objeto de independizar los movimientos entre el soporte y el revestimiento.

*Recrecido flotante*: Recrecido desolidarizado ejecutado sobre una capa que cumple la función de aislamiento acústico y/o térmico. Debido a la compresibilidad de los materiales de aislamiento se deben dimensionar y seleccionar correctamente para evitar fenómenos de rotura por flexión y facilitar la distribución de cargas.

*Recrecido con calefacción/climatización*: Recrecido flotante que incorpora en su espesor el sistema de calefacción/climatización.

*Recrecido joven*: Recrecido transitable en proceso de maduración, que no ha alcanzado la estabilidad dimensional final.

*Recrecido reforzado*: Recrecido que aloja en su interior elementos adicionales al mortero tales como armaduras en forma de mallazo o fibras para reforzar su resistencia mecánica y repartir cargas.

*Capa aislante*: Capa cuya función es limitar el flujo a través de ella, ya sea de calor (aislamiento térmico), sonido (aislamiento acústico).

*Capa drenante*: Capa que permite y facilita el flujo del agua para su evacuación, evitando el deterioro del sistema. La capa de drenaje se puede instalar entre la baldosa y el soporte de colocación, así como por debajo del soporte de colocación

*Capa de impermeabilización*: Capa continua de material impermeable, cuya función es impedir el paso del agua. Puede ser permeable o no a la difusión del vapor de agua.

*Capa de regularización*: Capa aplicada para compensar variaciones en la planitud y diferencias de nivel en el soporte, o bien para alojar posibles instalaciones de servicio (pavimento).

*Capa de separación o desolidarización*: Capa intermedia cuya función es permitir desplazamientos relativos entre capas que se comportan de forma diferente o que presentan dificultades para adherirlas.

Tiene como función desvincular físicamente el soporte base o las capas intermedias del revestimiento cerámico, que pueden estar o no, en contacto directo con el revestimiento cerámico. Se evita con ello la aparición de patologías provocadas, entre otras causas, por los distintos movimientos entre los soportes y los revestimientos cerámicos.

*Otros soportes especiales*: Un revestimiento cerámico puede ser instalado sobre otras superficies que pueden realizar la función de soporte de colocación, directamente o tras una preparación previa. Se consideran otros soportes especiales: superficies de madera, soportes de metal, pavimentos resilientes y pavimentos de resina.

### **3.1. Clasificación de los sistemas cerámicos**

Una clasificación general de los sistemas cerámicos puede realizarse en función de su ubicación y, a su vez, en función de las capas que componen la solución constructiva, si atendemos a estos criterios, en la norma UNE 138002 se contemplan los siguientes sistemas cerámicos:

### Sistemas cerámicos verticales

- Sistema directo (R1): En este sistema el material de agarre se aplica directamente sobre el soporte base.
- Sistema con capas intermedias (R2): En este sistema, se ejecutan capas intermedias funcionales [regularización, aislamiento,...], entre el soporte base y el revestimiento de baldosas cerámicas.
- Sistema mixto con anclaje mecánico (R2m): Sistema igual que R2 con el complemento de anclajes mecánicos.

### Sistemas cerámicos horizontales

Sistema directo (P1): En este sistema el material de agarre se aplica directamente sobre el soporte base.

Sistema con capas intermedias (P2): En este sistema se ejecutan capas intermedias funcionales [recrecido, aislamiento, reparto de cargas, impermeabilización, etc.], entre el soporte base y el revestimiento de baldosas cerámicas.

Sistema sobre explanada natural para tránsito peatonal (E1): En este sistema se ejecuta una losa de hormigón HM-25 de espesor mínimo de 10 cm y, en su caso, una capa de regularización, entre la explanada natural y el revestimiento de baldosas cerámicas.

Sistema sobre explanada natural con tránsito ocasional de vehículos ligeros (pavimento urbano) E2: En este sistema se ejecuta una losa de hormigón HM-25 de espesor mínimo de 15 cm y, en su caso, una capa de regularización, entre la explanada natural y el revestimiento de baldosas cerámicas.

A continuación, se recogen los esquemas que aparecen en UNE 138002 para cada sistema:

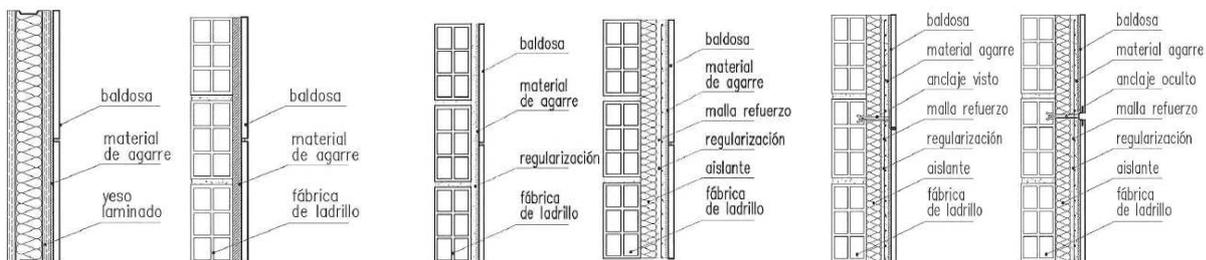


Figura 1 Sistemas cerámicos verticales. Directos [R1] (izqda.), con capas intermedias [R2] (centro) y mixtos con anclaje mecánico [R2m] (dcha.)

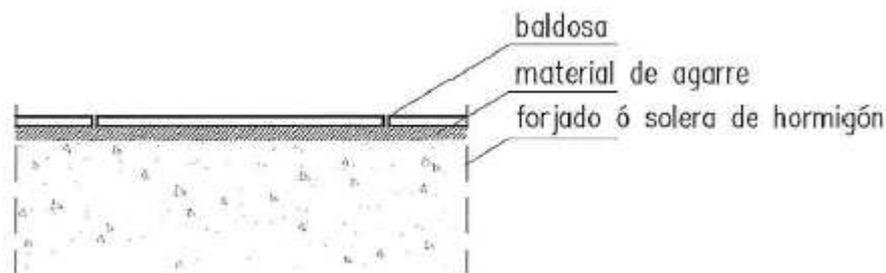


Figura 2 Sistemas cerámicos horizontales. Directo [P1]

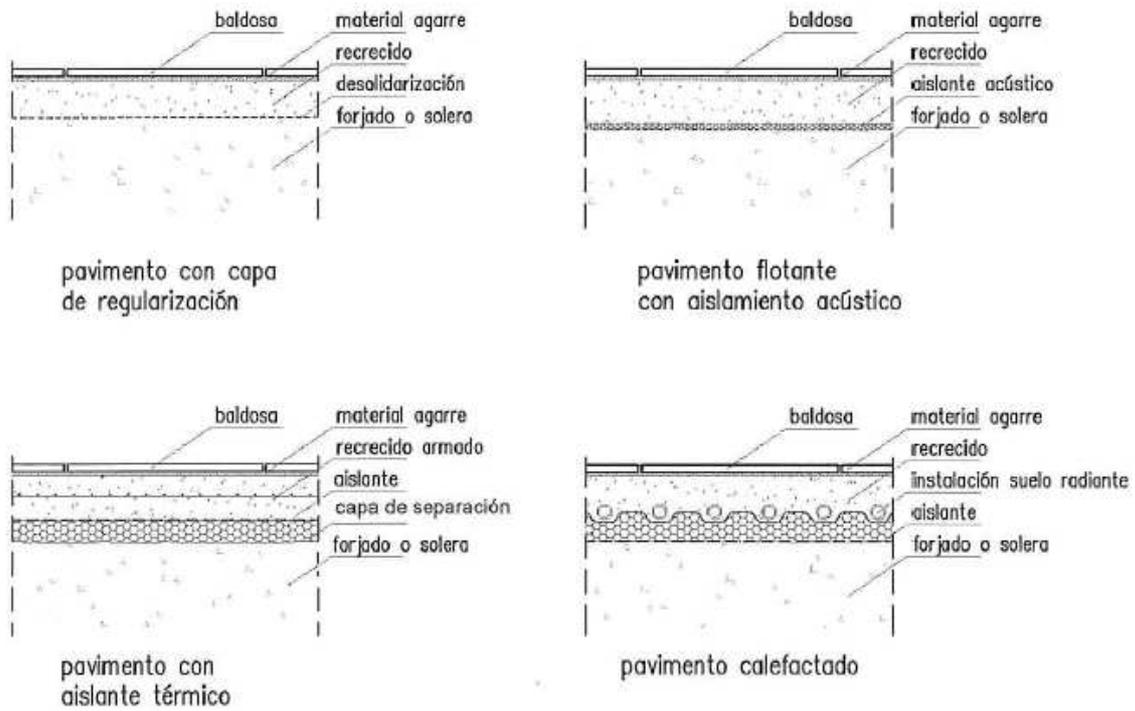


Figura 3 Sistemas cerámicos horizontales. Diferentes sistemas con capas intermedias [P2]

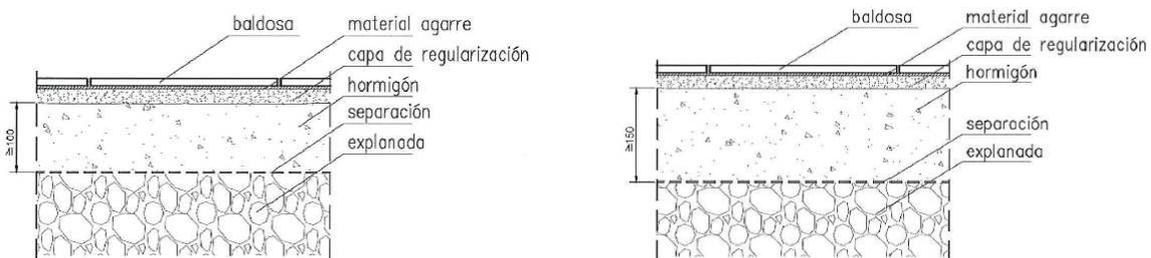


Figura 4 Sistemas cerámicos horizontales. Sobre explanada natural, con tránsito peatonal [E1] (izqda.), con tránsito peatonal de vehículos ligeros [E2] (dcha.)

El alcance de este proyecto son los suelos en interiores de edificaciones (particiones horizontales), es decir sistemas P1 y P2.

### 3.2. Estudio patologías más frecuentes en particiones horizontales interiores de baldosas cerámicas

Para un acabado de calidad y durabilidad en un sistema de revestimiento cerámico, no solo es necesario conocer y seleccionar los materiales, diseñar el sistema y aplicar la tecnología de colocación específica. También es necesario estar en condiciones de ejecutar los trabajos con la calidad necesaria para evitar las patologías y problemáticas asociadas a la instalación del sistema cerámico.

Para ello, es necesario conocer principales patologías que pueden producirse en un revestimiento cerámico. Entendemos por patologías, los defectos y disfunciones que afectan a las cualidades propias de cualquier recubrimiento cerámico, tanto desde el punto de vista funcional, como desde el punto de vista estético y de durabilidad.

El mundo de las patologías en revestimientos cerámicos es muy amplio y abarca una gran cantidad de grupos de defectos de los que a pesar de conocerse las causas, se siguen produciendo con más frecuencia de la que nos gustaría.

Para contribuir a que el efecto negativo de las patologías en los sistemas cerámicos sea cada vez menor, es necesario describir y exponer los principales defectos que se producen, para averiguar y entender las causas que los producen. Sólo de este modo estaremos en condiciones de prevenir y evitar que se produzcan en un futuro.

La calidad y durabilidad de los recubrimientos cerámicos depende en gran medida del correcto diseño de los sistemas y la ejecución de los trabajos de instalación teniendo en consideración las posibles patologías que en un futuro pudiera ocasionar.

Se tiende a pensar que las patologías en sistemas cerámicos son responsabilidad directa del instalador. Pero no siempre son consecuencia directa de una mala instalación por parte del alicatador solador. En muchas ocasiones el profesional no tiene capacidad de intervenir en el diseño del sistema cerámico, en la preparación de los soportes o en la selección de los materiales adecuados, por lo que se ve obligado a trabajar en condiciones no aptas para la ejecución correcta de un sistema de recubrimiento cerámico.

Para simplificar la identificación de las patologías y gestionar la relación con los diferentes sistemas cerámicos para pavimentos interiores residenciales, se agrupan las patologías en tres apartados:

- Patologías derivadas de problemáticas en el soporte: se exponen aquí un grupo de disfunciones y defectos sobre recubrimientos cerámicos cuyo origen hay que situarlo en problemáticas asociadas a la deficiente ejecución del soporte estructural, de las capas intermedias o a la superficie de colocación y que afectan al resto del sistema cerámico.
- Patologías por fallos en el sistema de colocación: son las patologías más directamente relacionadas con la ejecución e instalación del recubrimiento.
- Patologías derivadas del uso y aplicación de los materiales.

### **3.2.1. Patologías derivadas de problemáticas en el soporte.**

Las patologías descritas en este apartado son las más numerosas en cuanto a su repercusión en las reclamaciones de obra. Son disfunciones y defectos en pavimentos cerámicos que requieren, en la mayoría de los casos, a intervenciones de obra para su reparación o subsanación, a veces incluso la demolición completa del sistema de pavimento cerámico, ya que su origen hay que situarlo en problemáticas asociadas al soporte estructural, las capas intermedias o a la superficie de colocación y que afectan al resto del sistema cerámico.

#### *3.2.1.1. Abombamientos y levantamientos efecto barraca.*

Este tipo de patología se observa cuando sobre un área concreta del pavimento se produce un levantamiento en dos hiladas contiguas, también denominado abombamiento o “efecto barraca”, en un momento indeterminado que puede ser a los pocos meses desde su ejecución o al cabo de varios años. Antes de quedar “a dos aguas”, las baldosas suben de nivel, se camina sobre ellas de forma mórbida, suenan a hueco y salta el mortero de juntas. Las baldosas levantadas salen limpias por su reverso o con el

material de agarre adherido, incluso con porciones de la superficie de colocación. Se trata de un defecto grave que puede aparecer en pavimentos de superficie muy reducida o más amplia.

La primera causa de esta patología es una fuerte compresión del pavimento, que puede tener su origen en la retracción de la capa de nivelación o ser consecuencia de fenómenos más complejos que protagonizan los soportes estructurales sobre los que asienta el pavimento. Los aglomerados de cemento experimentan una reducción de volumen durante el proceso de hidratación del cemento y pérdida de agua por evaporación o succión hasta el secado. Esta reducción de volumen, llamada retracción, se ha completado en su mayor parte a los 28 días de haber aplicado el mortero.

Sin embargo, la capa de nivelación tiene un comportamiento en el secado que se asemeja al de una rebanada de pan mojado sobre una superficie caliente: su geometría se altera en función de las tensiones localizadas, consecuencia de diferencias de humedad. Este fenómeno es similar al que sufren los cuerpos cerámicos durante el secado. Una deformación cóncava en el secado de una capa de nivelación, por mayor facilidad de evaporación por su parte superior, provocará una compresión sobre el pavimento cerámico. Cuando la pérdida de agua tiene lugar bruscamente o de forma no uniforme por exceso de agua en la composición del mortero, se produce fisuración.

En el caso de tener una unión adhesiva rígida y de baja/media resistencia se producirá la rotura, de forma violenta e intempestiva, en unos casos, o a través de un lento levantamiento que se extiende en el tiempo a partir de un eje de desarrollo.

Este tipo de levantamiento se produce a partir de la rotura de la adherencia por el lugar más débil, sea la interfaz con la baldosa o con la superficie de colocación. Un pavimento cerámico bien adherido puede soportar un estado de compresión durante largo tiempo, pero los ciclos de estrés tensional por oscilaciones higrotérmicas, con el complemento de cargas dinámicas, llevarán al colapso de la unión adhesiva.

La mejor forma de evitar esta patología es diseñar y ejecutar el soporte y las capas intermedias con la estabilidad adecuada para asegurar el mantenimiento de la adherencia de las baldosas a la superficie de colocación. Respecto al soporte estructural, habitualmente una solera de hormigón o un forjado, ya se ha comentado en el apartado correspondiente las condiciones necesarias para tener una estabilidad compatible con la colocación de sistemas de pavimento cerámico.

Si no se cumplen las condiciones de estabilidad en cuanto a tiempo de maduración y dimensiones, se debe optar por sistemas constructivos que aíslen al pavimento cerámico de la inestabilidad del elemento estructural sobre el que se asienta mediante una capa de desolidarización

Con una capa de mortero semiseco, de al menos 45 mm de grosor, maestreada y fratasada, podemos ejecutar una superficie de colocación con menos riesgos. En el caso de la capa de nivelación (u otras capas intermedias), se debe esperar a que se complete el proceso de endurecimiento transcurridos 28 días.

Como veremos también en otros tipos de patologías de este grupo, se debe considerar como prevención todos los requerimientos relativos al proceso de colocación. En este sentido, una junta de colocación adecuada, diseño y dimensionamiento de las juntas de movimiento, selección de adhesivos y rejuntado deformables y prescripción de las baldosas adecuada serán siempre los mejores aliados para minimizar el riesgo de aparición de patologías relacionadas con la ejecución de los soportes.

En este sentido, cabe destacar la importancia del formato de las baldosas, ya que las dimensiones y superficie de las baldosas con formatos cada vez mayores y láminas cerámicas, están sometidas a esfuerzos de cizalladura.

### 3.2.1.2. *Despegues y levantamientos por rotura adhesiva.*

En este tipo de defecto se agrupan los despegues generalizados producidos en un solado en grupos de baldosas distribuidos de forma aleatoria en toda la superficie, aunque con mayor frecuencia en itinerarios de tránsito. En este caso, no se detectan baldosas rotas o fisuradas. Las baldosas despegadas salen limpias por su reverso, incorporan el material de agarre e incluso éste se acompaña con la superficie de colocación.

Este tipo de despegues generalizados que no se acompañan de levantamientos son consecuencia de una débil unión adhesiva entre la baldosa y el material de agarre, y/o éste y la superficie de colocación. La rotura de la unión adhesiva se produce por tensiones generadas por el tránsito, salvo en el caso de destrucción por causas externas de la superficie de colocación o el propio material de agarre.

La unión adhesiva siempre está sometida a tensiones de cizalladura por las variaciones dimensionales de las baldosas y por la inestabilidad dimensional de las capas inferiores al solado. Cuanto mayor es el formato de la baldosa y los requerimientos mecánicos del sistema de pavimento, más comprometida estará la unión adhesiva. Por ello, es necesario recurrir a adhesivos deformables y vigilar la buena cohesión de la superficie de colocación.

### 3.2.1.3. *Despegues y fisuras por tránsito.*

En esta patología se observa despegues más o menos dispersos, coincidentes con itinerarios de tránsito, y presencia de fisuras, roturas y desconchados en pavimentos cerámicos. Esta patología suele tener mayor repercusión en sistemas de pavimento cerámico no residencial, es decir, en pavimentos sometidos a tránsito intenso en edificios de pública concurrencia, de uso comercial o industrial.

En el caso que nos ocupa, para pavimentos interiores de viviendas y locales de tránsito exclusivamente peatonal, sin particular riesgo de agresión mecánica, pueden producirse despegues coincidentes con itinerarios de tránsito, pero sin la presencia de roturas y desconchados.

Si se observa que los despegues generalizados van acompañados de roturas, fisuraciones y escalladuras en un pavimento cerámico de uso no residencial, nos remitimos a disfunciones derivadas de la incompatibilidad del sistema constructivo (incluyendo las baldosas) con las cargas dinámicas y estáticas a que está sometido.

Para evitar esta patología de debe diseñar el sistema y seleccionar los materiales apropiados para las agresiones mecánicas previstas en el uso del sistema de pavimento cerámico.

### 3.2.1.4. *Despegues en pavimento sobre solera de anhidrita.*

En un pavimento instalado sobre solera de anhidrita puede producirse la aparición de despegues amplios en zonas concretas. Aunque es una disfunción poco frecuente, conviene reseñarla por el uso cada vez más implantado de este tipo de material para la realización de capas de intermedias especialmente en pavimentos con calefacción radiante.

Cuando se produce este defecto, las baldosas se extraen cubiertas por su reverso con el material de agarre y la superficie de colocación, de color blanco grisáceo. Tras la extracción, la superficie de colocación presenta un estado disgregado y pulverulento.

Par la instalación de un pavimento cerámico sobre un suelo de anhidrita es necesario que la humedad superficial sea inferior al 0,5% y se aplique una imprimación tapaporos o impermeabilización extensible que proteja la superficie del agua y de la alcalinidad de los compuestos de cemento.

### 3.2.1.5. *Despegues y levantamientos aislados en pavimentos.*

Este tipo de patología puede presentar diferentes variantes que se corresponden con causas distintas. En todos los casos se observa baldosas sueltas, con las juntas de colocación desprendidas o agrietadas, aisladas o en grupo reducido, en ubicaciones aleatorias o en zonas coincidentes con accesos o itinerarios de tránsito.

Si el reverso de las baldosas despegadas salen limpias de material de agarre por su reverso y el soporte presenta surcos aplastados y marcados sobre ellos los relieves del reverso de la baldosa, podemos concluir que la unión adhesiva es débil entre la baldosa y el adhesivo. A la mínima tensión de cizalladura que se produzca puede colapsar la adherencia.

Se puede evitar seleccionando los adhesivos adecuados, instalando las baldosas dentro del tiempo abierto del adhesivo en condiciones climáticas adecuadas y los pavimentos deben ser protegidos del tránsito prematuro en fase de endurecimiento.

En otros casos, las baldosas despegadas incorporan en su reverso el material de agarre, bien con presencia de materiales ajenos propios de la superficie de colocación, o bien sin ellos. Para evitarlo, debemos asegurarnos de limpiar la superficie de colocación antes de iniciar la colocación, la presencia de polvo u otros materiales disgregados va a comprometer seriamente la unión adhesiva.

Si la baldosa se ha despegado con el material de agarre adherido, sin materiales ajenos en su reverso o parte de la superficie de colocación, se ha producido tránsito prematuro. Cuando queda adherido, parcial o totalmente, el material de la superficie de colocación en el reverso de la baldosa, se ha procedido a la colocación sobre un soporte con una cohesión insuficiente en esa superficie del solado, atribuible a variaciones de composición en la solera de nivelación.

Otra variante menos frecuente de esta patología en pavimentos interiores residenciales se produce en los casos en que las baldosas despegadas con el material de agarre en su reverso incorporan materiales extraños disgregados. En este caso, si las baldosas son vidriadas y las juntas presentan eflorescencias y diferencias de color, o el pavimento denota humedades estamos frente a una situación particular de precipitación de sales en ambientes húmedos y edificaciones antiguas. En otros casos, la causa es una contaminación de los materiales durante la colocación.

Para evitar esta patología, debemos preparar los materiales de agarre con agua potable y recipientes limpios de materiales extraños. En pavimentos interiores expuestos de forma continuada al agua y la humedad, instalados además soleras antiguas, es conveniente impermeabilizar la superficie de colocación o cuanto menos crear barrera para evitar la precipitación de sales.

Los fenómenos de degradación del material de agarre y/o la superficie de colocación están vinculados a la presencia local de agua y humedad en soleras antiguas, que arrastra sales en disolución y las deposita en los poros y capilares de los morteros. La saturación de esas sales y su cristalización puede provocar la rotura de la unión adhesiva, en un proceso expansivo similar al que se produce con la congelación del agua.

Cuando las humedades afectan a suelos de anhidrita (sulfato cálcico anhidro), la degradación por formación de etringita suele dar despegues generalizados.

### 3.2.1.6. *Fisuraciones longitudinales y aisladas en pavimentos.*

Este tipo de defectos se puede producir cuando observamos fisuras aisladas sobre una o varias baldosas que no van acompañadas de despegues. En estas situaciones, la unión adhesiva se ha mantenido pero el

sistema no ha tenido suficiente resistencia mecánica para soportar una determinada carga (dinámica o estática).

Podemos diferenciar dos grupos de fisuras en este apartado: las que comprometen a una sola baldosa o unas pocas consecutivas, y las que tienen desarrollo longitudinal sobre múltiples baldosas, normalmente sobre el eje de simetría del solado y en sentido perpendicular a las viguetas del forjado. En otros casos se desarrollan en huecos, entre pilares o alrededor de los mismos. La fisura puede afectar solamente al cuerpo cerámico o extenderse al material de agarre y a la superficie de colocación.

En el primer grupo, tenemos fisuras a consecuencia de impactos o rodaduras que provocan impactos sobre baldosas que sobresalen por cejas, alabeos o curvaturas laterales, fisuras aisladas a consecuencia de cargas dinámicas y estáticas que superan la resistencia mecánica del pavimento.

Para evitar estos defectos, se debe diseñar un sistema de pavimento cerámico que incluya la ejecución de soleras de compresión o capas de reparto de cargas (con mallazo de acero electrosoldado en su centro), que puedan soportar sin rotura ni deformación las cargas dinámicas y estáticas previstas. También se debe respetar los tiempos de endurecimiento antes de la instalación del pavimento cerámico. En el caso de capas compresibles (aislamientos, calefacción, drenaje, etc.) o presencia de materiales disgregados por debajo de la capa de nivelación, se debe ejecutar soleras flotantes.

También contribuye a evitar estas patologías la selección de adhesivos deformables, la aplicación correcta del adhesivo, el diseño, dimensionamiento y ejecución correcta de juntas perimetrales y de dilatación, la selección de baldosas cerámicas con buenas resistencias mecánica y a la pérdida de aspecto, en función de las cargas y tránsito previstos. Y finalmente, que la planitud del pavimento entregado, sin resaltos ni "cejas" entre baldosas, sea correcta.

En el segundo grupo, cuando las fisuraciones de desarrollo longitudinal afectan a múltiples baldosas, una parte importante de este tipo de fisuras tiene su origen en movimientos del soporte estructural, habitualmente un forjado o solera de hormigón. Estos movimientos pueden darse por fuerte retracción y deformación convexa de una solera de hormigón, flechas activas y deformación cóncava en forjados que someten al pavimento a compresión, también las tuberías de una calefacción pueden provocar tensiones y roturas en la capa de nivelación si no se desolidariza.

Para evitar estos defectos, pueden darse tres recomendaciones desde la colocación, ejecutar soleras flotantes y autoportantes sobre forjados con luces iguales o superiores a 5m, respetar los tiempos de endurecimiento de los aglomerados de cemento: 6 meses en soleras de hormigón y 28 días en capas de nivelación o bien, desolidarizar las conducciones de agua caliente de las capas superiores.

### *3.2.1.7. Fisuraciones generalizadas en pavimento.*

En este apartado se describen patologías graves que puede presentarse sobre todo tipo de pavimentos cerámicos, tanto en la colocación tradicional "al tendido" como en la colocación con adhesivos. En este caso, la baldosa que ha sido bien adherida, no soporta la compresión localizada, intenta seguir la contracción entre fisuras de la capa de nivelación y termina fisurándose. Esta disfunción se ha manifestado sobre todo tipo de pavimentos, incluso terrazo, y sobre superficies reducidas.

Se observa en este caso una fisuración completa o muy extendida del pavimento. Estas fisuras conforman polígonos irregulares de líneas quebradas con un desarrollo aleatorio, aunque suelen converger en puntos singulares.

En una primera fase de aparición de la disfunción, solamente es visible sobre pavimentos brillantes y con luz tangencial, una ligera curvatura convexa. En una segunda fase, las líneas se constituyen en verdaderas

fisuras y se hacen visibles incluso con escasa iluminación. En pavimentos cerámicos con baldosas GL pueden llegar a escamarse los vidriados y engobes, en diente de sierra, en algunas zonas de las fisuras.

Al extraer las baldosas, se puede apreciar que las fisuras afectan a todo el grosor de la baldosa (las piezas ya están rotas) y la fisura se reproduce sobre el material de agarre. Tras la fisuración se producirá una rotura completa del sistema desde la capa de nivelación, el material de agarre y la baldosa. A pesar de ello, no se aprecia sonido a hueco ya que las baldosas están bien adheridas. Puede manifestarse a las pocas semanas desde la colocación como al cabo de varios meses.

La principal causa de este defecto, está en la ejecución de capas de regularización y nivelación con morteros de alta contracción de hidratación y secado (retracción), con el agravante de la desigual reducción dimensional en ese proceso.

En composiciones ricas en cemento o con exceso de agua podemos llegar a retracciones de 1,2 mm/m. Una diferencia de composición o una diversidad en las condiciones de secado genera variaciones dimensionales que provocan fuertes tensiones localizadas. Especialmente cuando una superficie de la capa no puede evaporar el agua sobrante de la hidratación: el efecto "cazuela" que se produce en una capa de regularización sobre aislamiento acústico de celda cerrada o sobre una capa de separación (polietileno).

Pero además, un exceso de agua en el mortero y abundante presencia de finos combinada con un rápido secado pueden dar una fisuración. Otros factores que contribuyen a este defecto son el formato de las baldosas, la colocación sin juntas, presencia de escombros, materiales disgregados o capas fonoaislantes compresibles, la ausencia de juntas de movimiento perimetrales e intermedias y no respetar las edades de los sistemas constructivos.

Para prevenir la aparición de este defecto se debe seguir las siguientes indicaciones. Sobre forjados de más de 5 m de luz, realizar una solera flotante sobre la capa de compresión que debe estar libre de escombros compresibles. La solera flotante se debe ejecutar con morteros semisecos de baja retracción con granulometrías equilibradas y bajo contenido de finos, así como una constante dosificación a hormigonera.

En el caso de capas intermedias de aislamiento térmico y acústico inabsorbentes, debe extenderse un manto de gravín o un geotextil para facilitar el secado de la solera flotante por su cara inferior.

Se debe respetarse los 28 días de endurecimiento de la solera antes de ejecutar el pavimento cerámico y es conveniente proteger su superficie de una rápida evaporación del agua.

También hay que observar el resto de recomendaciones relativas a las juntas de colocación y selección de adhesivos deformables.

Si la solera no es estable y presenta fisuras, se debe interponer una capa de desolidarización prefabricada que consienta la colocación directa sobre la misma en capa de adhesivo. En caso de humedad superficial superior al 3% colocaremos con puentes de unión.

Se trata de defectos graves que afectan a todo el sistema y que son de difícil predicción. También hay que señalar que puede reproducirse esta patología en casos de sobrecolocación en reforma de pavimentos. Se ha catalogado casos de un nuevo pavimento instalado sobre el pavimento fisurado que ha vuelto a reproducir la misma fisuración existente.

### *3.2.1.8. Despegue longitudinal del material de rejuntado.*

En esta patología se observa fisuras continuas junto al flanco de la baldosa en el material del rejuntado que afecta habitualmente a múltiples baldosas. El origen de este defecto puede ser un fallo en la adherencia ante esfuerzos de tracción o compresión en el caso de despegues generalizados. Si siguen un itinerario longitudinal, son manifestación de un movimiento de las capas intermedias.

La rigidez de un material de rejuntado cementoso puede comprometer la adherencia a los flancos de la baldosa cuando se suceden ciclos de tracción y compresión, resultado de los cambios dimensionales de la baldosa por oscilaciones de temperatura o variación de la humedad.

Cuanto mayor es el tamaño de la baldosa, mayor es la magnitud de la tensión de tracción y compresión, pudiendo llegar a superar la resistencia a la tracción en la adhesión del material al canto de la baldosa. Es por ello importante considerar la deformabilidad en los materiales de rejuntado cementosos.

Sin embargo, nunca podremos evitar una fisuración longitudinal de una junta de colocación cuando se extiende por todo el recubrimiento. Los morteros para juntas no están diseñados para absorber movimientos de las capas inferiores y la manifestación de esta fisura indica que debería haberse ubicado una junta de movimiento.

En cualquier caso, es imprescindible en la prevención de este defecto, diseñar una anchura de junta proporcional al formato de la baldosa y a los movimientos esperados en el pavimento cerámico. Lo mismo se debe decir en el caso de las juntas de movimiento.

### **3.2.2. Patologías por fallos en el sistema cerámico.**

En este grupo de patologías se incluyen aquellos defectos que tienen que ver con la aplicación de malas prácticas en la colocación directa de los sistemas cerámicos. Por tanto, son patologías que se pueden atribuir al propio alicatador solador.

Se pueden producir en casos en los que el diseño del sistema y la selección de los materiales han sido realizadas correctamente, pero en cambio, a la hora de la puesta en obra e instalación de los materiales se cometen errores subsanables y conocidos que dan lugar a patologías.

#### *3.2.2.1. Desviaciones e irregularidades en la modulación.*

Se incluyen aquí todas las desviaciones de ortogonalidad de la trama de juntas respecto a los planos y líneas de entrega del recubrimiento cerámico a otros elementos constructivos, carpintería, equipamiento, instalaciones y mobiliario fijo. Estas desviaciones se concretan en convergencias de las juntas de colocación respecto a rodapiés o cambios de plano, rectificaciones de alineación o aplomado y otros efectos ópticos que rompen la modulación alcanzada con baldosas de formato cuadrado o rectangular.

También se consideran defectos de modulación la presencia de tiras estrechas en la colocación ortogonal a junta corrida o a traba, o triángulos pequeños en la colocación a cartabón.

Para evitar este tipo de defectos hay que recordar siempre que cualquier recubrimiento cerámico debe ser objeto de una operación previa de replanteo sobre el espacio real, que tenga en cuenta el control dimensional de las baldosas, la asignación del ancho de junta de colocación, la comprobación de aplomado y/o nivel de las superficies, así como las desviaciones de plano e irregularidades, la ortogonalidad en los cambios de plano. Pero sobre todo, se debe realizar una distribución de las baldosas que permita evitar tiras estrechas en la colocación ortogonal y triángulos pequeños en la colocación a cartabón, en los cambios de plano. Esta distribución previa a la colocación condiciona las operaciones de corte.

La causa más común en este tipo de defectos es la ausencia de un replanteo sobre el espacio a revestir antes de la colocación de la primera baldosa. Esta operación abarca tanto mediciones como controles sobre superficies y elementos que interfieren en el revestimiento, y finaliza con la distribución de las baldosas, siguiendo el principio de uniformidad y ortogonalidad de la modulación.

### 3.2.2.2. *Pérdida de nivel.*

La pérdida de nivel en pavimentos, se puede producir por no comprobar una cota de nivel bien definida, por ejemplo: ascensor, escaleras, etc, por maestras mal niveladas, utilizar reglas como maestras que no están completamente rectos, tener los cercos a distintas cotas, la realización del maestreado con mortero de cemento con una masa no homogénea (exceso de agua puntual) y, diferencia de secado. En la colocación al tendido, si se coloca la cerámica con la superficie demasiado blanda o, por el propio peso del colador o por unas zonas más bajas que otras.

Para evitar la pérdida de nivel en pavimentos, se debe trasladar una cota de nivel bien definida (por ejemplo, en ascensores, escaleras, etc.), a toda la superficie del pavimento o por lo menos en todos los puntos estratégicos de la vivienda (cocina y baños), de esta forma, comprobaremos que los cercos, platos de ducha y bañeras están bien nivelados. Estos puntos o líneas, que sacaremos con la ayuda de un láser o la goma de agua, nos ayudarán a comprobar el nivel cuando lo creamos oportuno, simplemente comprobando con un metro sobre la línea o puntos marcados. Se debe utilizar reglas lo suficientemente rectos y que el nivel de mano nivele correctamente. Si la colocación es al tendido, deberemos esperar a que el nivel del mortero esté lo suficientemente seco, para que no se hunda.

### 3.2.2.3. *Defectos de planitud.*

Partiendo de la premisa de que las desviaciones de planitud (curvatura central, curvatura lateral, sobre todo en grandes formatos rectangulares y colocación a traba, y alabeo) de las baldosas cerámicas son correctas, y se ha realizado un correcto control de materiales, nos centraremos en el sistema de colocación.

La mayoría de estos defectos se producen en pavimentos, por presencia de desniveles localizados o resaltos entre baldosas. Este tipo de defectos es consecuencia de un tránsito prematuro sobre el solado, durante la fase de endurecimiento, o bien de la reducción de volumen que experimentan todos los aglomerados de cemento durante el proceso de hidratación de este material y la eliminación del agua sobrante de la mezcla (por evaporación o succión desde las superficies en contacto).

Esta reducción de volumen de morteros, hormigones y adhesivos cementosos, denominada retracción, se produce en función de la relación agua/cemento, de la relación cemento/árido y de la distribución granulométrica de la arena. Recordemos que pueden producirse variaciones importantes en la relación agua/cemento con el suministro de arenas con diferente contenido de humedad. Estas variaciones pueden llegar al 20-30% en el volumen de la composición (más agua y menos arena, para la misma cantidad de cemento, en la carga de la hormigonadora). En la colocación tradicional de solados con mortero, tanto en la modalidad "al tendido" como "a punta de paleta", un exceso de agua para mejorar la trabajabilidad o por otras causas provocará asentamientos diferenciales, detectables tras el endurecimiento inicial.

En la colocación con adhesivo, los defectos de planitud suelen aparecer cuando se aplican grosores excesivos. Los adhesivos cementosos están diseñados para un rango de grosores de aplicación en el que se mantienen las características en fresco y, entre ellas, la consistencia y la retracción. Grosores excesivos para mantener el nivel del pavimento frente a irregularidades de la superficie de colocación entregada pueden provocar también cejas en la fase de endurecimiento.

Una tercera causa, menos frecuente, es la ejecución de solados sobre capas compresibles o sobre lechos de materiales disgregados. Aquí, los asentamientos diferenciales que originan irregularidades de planitud suelen venir acompañados de otras disfunciones, como son fisuraciones y levantamientos.

#### *3.2.2.4. Colocación de grandes formatos rectangulares a traba.*

Cada vez es más frecuente la utilización de baldosas cerámicas de gran formato rectangular e imitación a tabla de madera en las que es necesario tener en cuenta varios factores para tener éxito en la puesta en obra y elegir la disposición de las piezas más adecuada. Son numerosas las reclamaciones en los últimos años debidas al acabado superficial en colocación a traba de formatos rectangulares.

Al tratarse de formatos muy pronunciados en el que el lado largo tiene una longitud mucho mayor a la del lado corto, las precauciones tienen que extremarse. A continuación, se expone desde el punto de vista de la baldosa y de la técnica de colocación las recomendaciones adecuadas para la instalación de este material.

La longitud, anchura, rectitud de lados y ortogonalidad van a ser determinantes en el proceso de colocación respecto a la uniformidad de la trama de juntas. Las restantes características dimensionales contribuirán al efecto óptico de homogeneidad del recubrimiento cerámico, especialmente cuando la reflexión de la luz pueda provocar efectos de sombra indeseables. En un caso extremo, la ausencia de planitud superficial puede afectar, en el caso de pavimentos, al tránsito y a un desigual desgaste de las baldosas.

La colocación de materiales con un formato rectangular tan acusado con trabado a media pieza puede dar lugar a la presencia de cejas entre baldosas claramente visibles, tanto laterales, como en los cantos de la baldosa (alabeo). Estas cejas pueden superar el máximo establecido en la Norma UNE 138002. A esto habría que añadir la sensación de falta de planitud acentuada en el caso de juntas de colocación cerradas o bien inexistentes. Cuando la luz tangencial está presente, se acentúa más visualmente la sensación producida por este defecto.

Si colocamos las piezas trabadas a mitad de su lado, lo que se favorece es la sensación de falta de planitud debida a que estamos haciendo coincidir la parte más elevada en curvatura lateral (el centro de la pieza) con la parte más baja en curvatura lateral (el extremo de la pieza). Incluso con una baldosa de calidad cuyas tolerancias sean más exigentes a las recomendadas por la Norma UNE-EN 14441, no conseguiríamos un resultado adecuado en estas condiciones.

Si colocamos un material con grandes formatos rectangulares sin junta de colocación o con una junta mínima y trabada a mitad de la pieza, necesariamente tendremos problemas con el acabado. A simple vista, el pavimento dará lugar a una sensación de ondulación en las piezas que según los casos y la instalación realizada, puede dar lugar a cejas. Si en cambio, replanteamos las piezas para trabarlas a 15 – 20 % de su lado y abrimos la junta de colocación hasta un mínimo de 3 mm, conseguiremos suprimir este efecto y el pavimento tendrá un acabado correcto.

#### *3.2.2.5. Colocación a puntos o pegotes.*

La colocación por puntos es una mala práctica profesional que ha aparecido con el uso de los adhesivos cementosos para la colocación de baldosas cerámicas y se ha extendido con la instalación de grandes formatos rectificadas. Se persigue de forma equivocada incrementar el rendimiento en la colocación y se justifica por la necesidad de compensar desviaciones de planitud, nivel o aplomado de las superficies entregadas.

Ni las baldosas cerámicas por su grosor, ni los adhesivos cementosos por su composición y características, están preparados para esta modalidad fraudulenta de colocación. Las baldosas cerámicas tienen una

resistencia mecánica a la flexión más que suficiente para soportar incluso tráfico rodado con un buen asentamiento sobre la superficie de colocación; sin embargo, no admiten impactos ni rodaduras sobre hueco, por la intrínseca fragilidad de la cerámica.

Por tanto, la colocación por puntos o a pegotes no está indicada en ningún caso de colocación de baldosas cerámicas. Debemos realizar una aplicación de adhesivo con el método Tarver descrito y aplicando el simple o doble encolado según proceda.

#### *3.2.2.6. Desconchados en el cuerpo de la baldosa.*

Las patologías relacionadas con el desconchado en el cuerpo de la baldosas tienen su origen principalmente en exteriores en zonas con riesgo de helada. En este caso, no afecta al objeto de este proyecto ya que nos referimos exclusivamente a sistemas de pavimento cerámico en interiores residenciales.

No obstante, también se puede producir este defecto en algunas ocasiones menos frecuentemente por cuestiones relacionadas con el proceso de fabricación o con agresiones mecánicas puntuales derivadas de una incorrecta selección de la baldosa.

#### *3.2.2.7. Manchas y eflorescencias en el pavimento.*

Existen una gran variedad de causas para la aparición de manchas y eflorescencias en los sistemas cerámicos en general. En gran parte de los casos, tienen que ver con revestimientos de fachadas y pavimentos exteriores.

En el caso de los sistemas de pavimento interior residencial con los tipos de baldosas seleccionados para los sistemas en este proyecto, las causas y tipologías de manchas y eflorescencias se reducen considerablemente.

En cualquier caso, tiene que ver con el tipo de baldosa, su porosidad, si es esmaltada o no esmaltada, con el tipo y color de material de rejuntado utilizado, con la presencia de agua o humedad en la colocación e incluso con la no realización de una correcta limpieza final de obra y mantenimiento posterior a la colocación.

### **3.2.3. Patologías derivadas del uso y aplicación de los materiales.**

En este grupo se incluyen las patologías que tienen su origen en un uso inadecuado de los materiales de colocación, fundamentalmente, de los materiales de agarre, en concreto de los adhesivos para cerámica y de los materiales de rejuntado.

Son patologías fáciles de identificar, diagnosticar y por ello mismo, son defectos que se deben evitar puesto que no tienen un origen relacionado con el diseño del sistema o la selección de los materiales.

Para evitarlos, se requiere un conocimiento más técnico acerca de los materiales de agarre y rejuntado, sus características y propiedades. Pero sobre todo, un conocimiento exhaustivo acerca de las buenas prácticas sobre la preparación, uso y aplicación de los mismos según las especificaciones del fabricante.

#### *3.2.3.1. Pérdida de adherencia por tiempo abierto caducado.*

En la colocación con adhesivos cementosos, se debe evitar los problemas de adherencia derivados de no controlar el tiempo abierto de los adhesivos. Se entiende por tiempo abierto es espacio de tiempo que puede pasar desde que peinamos el adhesivo en el soporte hasta que colocamos la baldosa.

Los desprendimientos de baldosas se producen con el reverso limpio al fallar la correcta hidratación del adhesivo en la superficie de contacto con la baldosa. El fallo se produce porque:

- Se ha instalado la baldosa dentro del tiempo abierto pero en condiciones climáticas desfavorables (alta temperatura y/o viento seco).
- La colocación de la baldosa sobre el adhesivo extendido se ha realizado después de superar el tiempo abierto propuesto por el fabricante.
- Se ha utilizado un adhesivo cementoso que no cumple las exigencias mínimas de la norma UNE-EN 12004 y que, además, se ha utilizado para colocar baldosas muy absorbentes o sobre soportes muy absorbentes, o se ha aplicado en exteriores.

Una colocación de la baldosa dentro del tiempo abierto del adhesivo cementoso da una buena humectación del reverso, asegurando además la correcta hidratación en el proceso de endurecimiento. Para ello, se debe extender el adhesivo en una superficie que permita colocar las baldosas dentro del tiempo abierto del material, especialmente en caso de baldosas de gran formato y más todavía con las láminas cerámicas.

Para evitar esta patología en pavimentos interiores se debe seleccionar un adhesivo que cumpla la norma UNE-EN 12004, de los tipos C 1 ó C 2 sobre superficies absorbentes y recurrir a adhesivos con la característica adicional E. En todos los casos, debe respetarse la aplicación del adhesivo dentro de su vida útil, como tiempo máximo especificado por el fabricante que debe transcurrir desde el momento de la preparación hasta el momento en que es desechable porque ha iniciado el endurecimiento.

### *3.2.3.2. Defectos en las juntas de colocación.*

Estos defectos se derivan del uso de los materiales de rejuntado y su aplicación. Se debe prestar atención en su prevención puesto que las juntas de colocación forman parte del sistema cerámico y tienen funciones técnicas y estéticas de gran importancia.

En la mayoría de los casos, estos defectos son consecuencia de una mala manipulación del material de rejuntado o de un mal comportamiento en el tiempo. Los más comunes son: juntas cuarteadas o con grietas, juntas de bajo relleno, juntas con pinchazos o cráteres, juntas con superficie blanda o pulverulenta, juntas con textura rugosa y juntas de color no uniforme.

Además de la recopilación bibliográfica de patologías, se dispone de información obtenida de encuesta realizada a fabricantes de baldosas cerámicas.

<i>Tipo patología</i>	<i>Frecuencia aparición</i>			<i>Gravedad del daño producido</i>			<i>Causa del problema achacable generalmente a...</i>	
	<i>Baja (aprox. 1 vez al año o menos)</i>	<i>Media (aprox. entre 1 y 5 veces al año)</i>	<i>Alta (más de 5 veces al año)</i>	<i>Baja (problema poco visible)</i>	<i>Media (problema visible)</i>	<i>Alta (problema muy visible)</i>	<i>Baldosa</i>	<i>Otros elementos del sistema</i>
Defectos dimensionales (calibres y descuadras)	2	3	4	3	6		6	3
Problemas de curvatura y vértices levantados o hundidos	2	3	4	1	6	2	5	6
Tonos	1	5	3		7	2	8	2
Desconchados por caída de objetos	4	2	2	5	3	1	3	6
Desconchados en vértices y aristas por elementos en movimiento	6	3	1	2	4	3	4	5
Pérdida de brillo o dibujo por desgaste debido a elementos en movimiento	6	3		3	4	2	6	4
Pérdida de brillo o dibujo por ataque químico	7	1		4	4	1	4	6
Manchas	3	2	4	3	5	1	5	5
Rayado	5	2	2	6	3	1	5	6
Problemas de deslizamiento	5	4		5	2	1	7	4
Despegues de baldosa aisladas	8	1		3		5	2	7
Levantamiento de parte del paño cerámico	9			3		5	1	8

<i>Tipo patología</i>	<i>Frecuencia aparición</i>			<i>Gravedad del daño producido</i>			<i>Causa del problema achacable generalmente a...</i>	
	<i>Baja (aprox. 1 vez al año o menos)</i>	<i>Media (aprox. entre 1 y 5 veces al año)</i>	<i>Alta (más de 5 veces al año)</i>	<i>Baja (problema poco visible)</i>	<i>Media (problema visible)</i>	<i>Alta (problema muy visible)</i>	<i>Baldosa</i>	<i>Otros elementos del sistema</i>
Fisuras o grietas en baldosas aisladas	6	3		3	4	3	5	6
Fisuras o grietas continuas entre baldosas	5	3	1	2	2	4	1	8
Problemas en las juntas (pérdida de material, ensuciamiento, agrietamiento, eflorescencias)	6	2	1	2	6	1	2	7

## 4. Estudio materiales existentes para cada capa del sistema (Tarea 1.2)

### 4.1. Baldosas cerámicas

Las normas ISO 13006 “Ceramic tiles -- Definitions, classification, characteristics and marking” a nivel internacional y UNE-EN 14411 “Baldosas cerámicas. Definiciones, clasificación, características, evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones y marcado”, a nivel europeo y nacional, clasifican a las baldosas cerámicas y definen las características técnicas que deben cumplir en función de la clasificación establecida.

Tipo de moldeo	Absorción de agua			
	Grupo Ia: Muy baja absorción ( $E < 0,5\%$ ) Grupo Ib: Baja absorción ( $0,5\% < E < 3\%$ )	Grupo IIa: Absorción media-baja $3\% < E < 6\%$	Grupo IIb: Absorción media-alta $6\% < E < 10\%$	Grupo III: Absorción alta $E > 10\%$
<b>A: Baldosas extrudidas</b>	Grupo AIa	Grupo AIIa	Grupo AIIb	Grupo AIII
	Grupo AIb			
<b>B: Baldosas prensadas en seco</b>	Grupo BIa	Grupo BIIa	Grupo BIIb	Grupo BIII
	Grupo BIb			

Tabla 1 Grupos normalizados de baldosas cerámicas

No todos los tipos de baldosas cerámicas están indicados para su uso en pavimentos. De modo que algunos tipos de baldosas cerámicas fabricadas para su uso con revestimiento de paredes no serán contempladas en el presente estudio.

Los grupos más habituales de baldosas cerámicas utilizadas en suelos interiores son el BIa (baldosas cerámicas prensadas en seco con absorción de agua menor o igual al 0,5 %) y el BIb (baldosas cerámicas prensadas en seco con absorción de agua entre el 0,5 y el 3%).

El grupo BIa se suele denominar tanto técnica como comercialmente como gres porcelánico. El grupo BIb se suele denominar comercialmente como gres de baja absorción de agua. Al ser las baldosas más utilizadas en los entornos a los que aplica el proyecto, son las que se van a contemplar en los sistemas a evaluar.

Por otra parte, dentro de las baldosas de gres porcelánico, en la actualidad existe un auge muy importante de baldosas de bajo espesor (inferior a 6 mm), por lo que también se contemplarán en este proyecto. A estas baldosas se les denomina como láminas cerámicas.

Las baldosas de gres porcelánico y de gres se estudiarán en espesores estándar (entre 0,7 y 1 cm).

A continuación, se recoge un resumen de los requisitos más relevantes definidos en la norma UNE-EN 14411 para los grupos de baldosas a estudiar.

Característica	Método ensayo	Gres porcelánico (Bla) Anexo G de UNE-EN 14411	Gres (BIIa) Anexo H de UNE-EN 14411
Dimensiones: Desviación longitud y anchura Rectitud de lados Ortogonalidad (desviación respecto a ángulo recto de las esquinas)	UNE-EN ISO 10545-2	$\pm 0,6\%$ / $\pm 2,0\text{mm}$ $\pm 0,5\%$ / $\pm 1,5\text{mm}$ $\pm 0,5\%$ / $\pm 2,0\text{mm}$	$\pm 0,6\%$ / $\pm 2,0\text{mm}$ $\pm 0,5\%$ / $\pm 1,5\text{mm}$ $\pm 0,5\%$ / $\pm 2,0\text{mm}$
Planitud de superficie: Curvatura central Curvatura lateral Alabeo (desviación de una esquina respecto al plano formado por las otras tres esquinas)	UNE-EN ISO 10545-2	$\pm 0,5\%$ / $\pm 2,0\text{mm}$ $\pm 0,5\%$ / $\pm 2,0\text{mm}$ $\pm 0,5\%$ / $\pm 2,0\text{mm}$	$\pm 0,5\%$ / $\pm 2,0\text{mm}$ $\pm 0,5\%$ / $\pm 2,0\text{mm}$ $\pm 0,5\%$ / $\pm 2,0\text{mm}$
Absorción de agua	UNE-EN ISO 10545-3	$E_b \leq 0,5\%$	$0,5\% > E_b \leq 3,0\%$
Fuerza de rotura	UNE-EN ISO 10545-4	$> 1300\text{N}$	$> 1100\text{N}$
Resistencia a la flexión	UNE-EN ISO 10545-4	$> 35\text{N/mm}^2$	$> 30\text{N/mm}^2$
Resistencia a la abrasión: Baldosas no esmaltadas Baldosas esmaltadas	UNE-EN ISO 10545-6 UNE-EN ISO 10545-6	$< 175\text{mm}^3$ Declarar clase abrasión	$< 175\text{mm}^3$ Declarar clase abrasión
Coefficiente de dilatación térmica lineal	UNE-EN ISO 10545-8	Valor declarado (desde $T^a$ ambiente hasta $100^\circ\text{C}$ )	Valor declarado (desde $T^a$ ambiente hasta $100^\circ\text{C}$ )
Dilatación por humedad	UNE-EN ISO 10545-10	Valor declarado (en $\text{mm/m}$ )	Valor declarado (en $\text{mm/m}$ )
Resistencia al impacto	UNE-EN ISO 10545-5	Valor declarado (coeficiente de restitución)	Valor declarado (coeficiente de restitución)

Resistencia a las manchas:	UNE-EN ISO 10545-14		
Baldosas no esmaltadas		Valor declarado	Valor declarado
Baldosas esmaltadas		Mínimo clase 3	Mínimo clase 3
Resistencia a productos químicos:	UNE-EN ISO 10545-13		
Productos domésticos y sales de piscina		Mínimo clase B	Mínimo clase B
Ácidos y alcalis de baja concentración		Valor declarado	Valor declarado
Ácidos y alcalis de alta concentración		Valor declarado	Valor declarado

*Tabla 2 Especificaciones baldosas cerámicas*

Desde un punto de vista de la colocación de un sistema cerámico, los factores más importante a tener en cuenta de la baldosa cerámica para el diseño, selección de los materiales y la técnica de colocación, son por un lado, el formato o dimensión del lado más largo de la baldosa y, por otro lado, su capacidad de absorción de agua. De la anterior selección de los tipos de baldosas cerámicas se desprende que en este proyecto, únicamente se tendrá en consideración la segunda, la capacidad de absorción de agua. La otra característica, el formato o dimensión de la baldosa, no puede tenerse en cuenta para el estudio y valoración de los diferentes sistemas cerámicos propuestos en este proyecto.

#### **4.2. Materiales de agarre y rejuntado**

En los sistemas de revestimiento cerámicos por adherencia como los analizados en este proyecto, el papel de los materiales de agarre, son de gran importancia en el resultado final y la durabilidad de sistema. El material de agarre es elemento que se utiliza para generar la unión adhesiva entre la baldosa y el soporte. Ambos adherentes, baldosa y soporte, tienen sus propios movimientos y los materiales de agarre tienen que ser compatibles con estos movimientos para que el sistema se comporte de forma óptima.

No solo hay que seleccionarlos correctamente, también es necesario aplicarlos de forma correcta para evitar patologías importantes en la colocación de sistemas cerámicos.

En general, podemos distinguir dos tipos de materiales de agarre, los morteros tradicionales hechos en obra y los adhesivos para colocación de baldosas cerámicas. En este proyecto, se tendrán en consideración sistemas que utilizan ambos tipos de materiales de agarre.

Los morteros tradicionales se describen en la Norma UNE 138002 como mezcla de uno o varios conglomerantes (normalmente cemento y/o cal), árido (habitualmente arena) y agua, que se aplica en forma de pasta como material de agarre entre la superficie de colocación y el reverso de la baldosa. Son materiales de agarre preparados en el lugar de la colocación que, opcionalmente, pueden incorporar otros aditivos.

El método tradicional de colocación de baldosas, tanto en alicatados como en solados, ha consistido en la utilización de morteros de cemento o morteros de cemento y cal. Técnica que deriva del empleo de

morteros de cal para recibir otros elementos constructivos como baldosas o mosaicos a modo de recubrimiento de superficies arquitectónicas.

En los morteros a base de cemento o de cemento y cal el endurecimiento en las primeras semanas se produce por hidratación del conglomerante (en el caso de contener una parte de cal aérea esta iría endureciendo progresivamente en un proceso denominado carbonatación), de ahí que se llamen también morteros hidráulicos.

Esa hidratación del conglomerante es la que produce su cohesión, así como la trabazón entre éste y el árido, confiriendo la resistencia mecánica al mortero endurecido, medida habitualmente a través de la resistencia a la compresión. Este fenómeno es el principio de la adhesión tradicional (mecánica) de los morteros.

La colocación tradicional se ha basado en morteros de cal o de cal y cemento, preparados en el lugar de la colocación por los propios Alicatadores-Soladores. En esas composiciones hay que conjugar una buena trabajabilidad del mortero fresco, una mínima retracción (contracción de secado y endurecimiento) y una buena adherencia mecánica y durabilidad después del endurecimiento. El buen Alicatador-Solador, con las materias primas disponibles, ha sabido alcanzar composiciones con todos estos requisitos. A esas composiciones les llamamos morteros de receta.

Los morteros tradicionales o “de receta” están confeccionados con composiciones experimentadas localmente y que presentan un comportamiento muy variable, influenciado fuertemente por las características concretas de cada árido empleado. Por estos motivos no suelen incluirse en ninguna normativa. A pesar ello, y de la complejidad de la composición y el comportamiento de un mortero, se debe conocer algunas indicaciones orientativas para la formulación en el lugar de trabajo de los morteros para la colocación en capa gruesa.

Seleccionaremos siempre cemento Portland (CEM I) o Portland Compuesto (CEM II/..., cualquiera de los subtipos) de la menor clase resistente (32,5 MPa) sin elevada resistencia inicial (N, resistencia inicial ordinaria).

La cal es un componente importante, por no decir esencial, en la formulación de morteros para alicatado y solado. Las cales aportan resistencia mecánica y deformabilidad (menos rigidez que el mortero de cemento). Se utilizará cal aérea apagada (preferiblemente de elevado contenido en óxidos de cal y/o magnesio, como CL 90-S) o cales hidráulicas en alguna de sus variedades (preferiblemente de la menor resistencia a compresión como HL 2, NHL 2 o NHL 2 Z). La cal suministrada en sacos, con la codificación contemplada en UNE-EN 459-1:2002, debe almacenarse en lugar seco y sin corrientes de aire (para evitar la carbonatación).

La arena será preferiblemente silícea y siempre de distribución granulométrica equilibrada y continua, en general entre los tamaños 0 y 4 mm. Según la norma UNE-EN 13139:2003 nos referimos a arenas MP, en las que entre el 30-70% en masa pasa por el tamiz medio de 0,5 mm. Salvo situaciones concretas y razonadas no deben utilizarse arenas marinas por la aportación indeseable de cloruros.

Por lo que respecta a la granulometría, una arena en la que pase el 70% por el tamiz de 0,5 puede ser más apropiada para una colocación “a la valenciana” en la que estemos realizando espesores de 15-20 mm, mientras una arena en la que pase sólo el 30% por dicho tamiz será más apropiada para una colocación “al tendido” y espesores de mortero de 30-35 mm. El tamaño máximo de árido debe ajustarse a la aplicación concreta a realizar. En el primer caso sería perfectamente indicado emplear un tamaño de árido 0/3, mientras que aumentamos excesivamente los riesgos de una retracción inadmisibles si empleamos un árido 0/2 y unos espesores de mortero de 20-30 mm. De forma análoga en el segundo caso (“al tendido”

y espesores de 30-35 mm) sería conveniente utilizar un árido 0/6, o incluso 0/8, algo que pasa a ser prácticamente una necesidad si las capas de mortero alcanzan espesores del orden de los 50 mm.

La trabajabilidad y los requisitos en fresco son diferentes en un mortero para colocación en vertical respecto a un mortero para colocación en suelos y esto depende del árido empleado. Para lograr la trabajabilidad adecuada, suele ser necesario el empleo de una mezcla de al menos dos arenas distintas, en diferentes proporciones según las características concretas de cada arena y del trabajo a realizar.

En general las mezclas se realizan entre arenas trituradas (de machaqueo), normalmente lavadas con un bajo contenido en finos y sin arcillas, y arenas sedimentarias, más plásticas. Con las primeras obtendremos morteros más sueltos, menos cohesivos y plásticos, que se despegan con facilidad y limpiamente de herramientas y otras superficies deslizándose sobre ellas.

La arena también contribuye al empaquetamiento de las partículas del mortero, con influencia directa en la resistencia mecánica y química final.

Emplear agua potable para el amasado es un medio fiable de asegurar su idoneidad. Sin conocer las características de la arena no podemos cuantificar la dosis de agua para cada formulación. En general, las relaciones agua/cemento se refieren a composiciones normalizadas, con áridos silíceos lavados y secos; por ejemplo, relación agua/cemento de 0,55-0,60 ( $\approx 27,5$  l por saco de cemento de 50 Kg) para mortero semisecco destinado a solado al tendido.

En la formulación de morteros de receta para la colocación de baldosas se debe ensayar composiciones siguiendo las siguientes pautas:

- Utilizar la menor cantidad posible de agua para evitar una retracción excesiva y evitar la merma de la trabajabilidad.
- La mezcla de diferentes tipos de arenas permitirá fijar también la trabajabilidad sin tener que aumentar la cantidad de agua o recurrir a incrementar el conglomerante en la composición. Es un gran error, añadir más cemento en un mortero para conseguir aplicarlo con más comodidad. Esto provoca mayor retracción y mayor rigidez final.
- En el caso de que tengamos que modificar la composición, es mejor recurrir a aditivos orgánicos que mejoren la retención de agua y la trabajabilidad, sin afectar a propiedades finales como la rigidez o la retracción.
- Es muy aconsejable experimentar composiciones en las que pueda sustituirse, al menos parcialmente, el cemento por la cal como conglomerante para disminuir la rigidez del mortero.

En el caso de la colocación de baldosas cerámicas, se ha evolucionado desde productos muy porosos y superficies estables y bien texturadas hacia baldosas poco o nada absorbentes, superficies inestables y, en algunos casos, incompatibles con el tipo de adherencia que se consigue con el aglomerante cemento o cemento/cal. Además, el aumento del tamaño de las baldosas ha repercutido en los esfuerzos a que está sometido el recubrimiento cerámico por la inestabilidad de los elementos constructivos, sus movimientos naturales y la por la retracción de los morteros cementosos durante su proceso de maduración. Por ello, existe una amplia oferta de adhesivos específicamente desarrollados para la colocación de baldosas cerámicas de grandes formatos y baja capacidad de absorción de agua.

Los materiales de agarre y rejuntado, desarrollados específicamente para la instalación de revestimientos con baldosas cerámicas por adherencia se definen y clasifican según lo establecido en las Normas UNE-EN 12004-1 "Adhesivos para baldosas cerámicas. Parte 1: Requisitos, evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones, clasificación y marcado" y UNE-EN 13888 "Materiales de rejuntado para

baldosas cerámicas. Requisitos, evaluación de la conformidad, clasificación y designación” respectivamente “.

Los adhesivos tienen en la norma UNE-EN 12004-2 “Adhesivos para baldosas cerámicas. Parte 2: Métodos de ensayo”, definidos los métodos de ensayo.

#### 4.2.1. Adhesivos para baldosas cerámicas

La norma UNE-EN 12004-1 define los distintos tipos en base a la naturaleza química de los conglomerantes que los componen. Los distintos tipos de materiales se clasifican en diferentes clases, según sus características específicas, en función de las prestaciones finales y sus propiedades de aplicación.

Así, los adhesivos para colocación de baldosas cerámicas pueden ser de los siguientes tipos según la naturaleza química de sus conglomerantes:

- Adhesivo cementoso (C): Mezcla de conglomerantes hidráulicos (cemento), de áridos y de aditivos orgánicos que han de mezclarse únicamente con agua o con un aditivo líquido justo antes de su utilización.
- Adhesivo en dispersión (D): Mezcla de conglomerantes orgánicos, lista para su uso, en forma de polímero en dispersión acuoso, de aditivos orgánicos y de cargas minerales.
- Adhesivo de resinas reactivas (R): Mezcla de uno o más componentes de una resina sintética, cargas minerales y aditivos orgánicos cuyo endurecimiento se produce por reacción química.

Para cada tipo de adhesivo puede haber distintas clases. Estas clases se denominan con las siguientes abreviaturas:

- 1: Adhesivo normal.
- 2: Adhesivo mejorado (cumple los requisitos para las características adicionales)
- F: Adhesivo de fraguado rápido [solo para el tipo C]
- T: Adhesivo con deslizamiento reducido.
- E Adhesivo con tiempo abierto ampliado (solo para los tipos C y D)
- S1: Adhesivo deformable (solo para el tipo C).
- S2: Adhesivo altamente deformable (solo para el tipo C)

La designación del adhesivo se realiza con el símbolo [C, D o R], seguido de la abreviatura de la clase o clases a las que pertenece, habiendo multitud de posibilidades; Ejemplo: C2TES1, D1T, R2...

Las tablas siguientes recogen los requisitos de la norma UNE-EN 12004-1 para los diferentes tipos de adhesivos.

<b>CARACTERÍSTICAS BÁSICAS</b>		
<b>1 a ADHESIVOS DE FRAGUADO NORMAL (C1)</b>		
<b>Características</b>	<b>Requisito</b>	<b>Método de ensayo</b>
Adherencia inicial	$\geq 0,5 \text{ N/mm}^2$	EN 12004-2:2017, apartado 8.3
Adherencia después de inmersión en agua	$\geq 0,5 \text{ N/mm}^2$	
Adherencia después de envejecimiento con calor	$\geq 0,5 \text{ N/mm}^2$	
Adherencia después de ciclos de hielo-deshielo	$\geq 0,5 \text{ N/mm}^2$	
Tiempo abierto: adherencia	$\geq 0,5 \text{ N/mm}^2$ después de al menos 20 min	EN 12004-2:2017, apartado 8.1
<b>1 b ADHESIVOS DE FRAGUADO RÁPIDO (C1F)</b>		
<b>Características</b>	<b>Requisito</b>	<b>Método de ensayo</b>
Adherencia temprana	$\geq 0,5 \text{ N/mm}^2$ después de al menos más 6 h	EN 12004-2:2017, apartado 8.3
Tiempo abierto: adherencia	$\geq 0,5 \text{ N/mm}^2$ después de al menos 10 min	EN 12004-2:2017, apartado 8.1
El resto de requisitos como en la tabla 1a		EN 12004-2:2017, apartado 8.3
<b>CARACTERÍSTICAS OPCIONALES</b>		
<b>1 c CARACTERÍSTICAS ESPECIALES</b>		
<b>Características</b>	<b>Requisito</b>	<b>Método de ensayo</b>
Deslizamiento (T)	$\leq 0,5 \text{ mm}$	EN 12004-2:2017, apartado 8.2
Tiempo abierto ampliado (E): adherencia	$\geq 0,5 \text{ N/mm}^2$ después de al menos 30 min	EN 12004-2:2017, apartado 8.1
Adhesivo deformable (S1): deformación transversal	$\geq 2,5 \text{ mm}$ y $< 5 \text{ mm}$	EN 12004-2:2017, apartado 8.6
Adhesivo altamente deformable (S2): deformación transversal	$\geq 5 \text{ mm}$	
<b>1 d CARACTERÍSTICAS ADICIONALES (C2)</b>		
<b>Características</b>	<b>Requisito</b>	<b>Método de ensayo</b>
Alta adherencia inicial	$\geq 1 \text{ N/mm}^2$	EN 12004-2:2017, apartado 8.3
Alta adherencia después de inmersión en agua	$\geq 1 \text{ N/mm}^2$	
Alta adherencia después de envejecimiento con calor	$\geq 1 \text{ N/mm}^2$	
Alta adherencia después de ciclos de hielo-deshielo	$\geq 1 \text{ N/mm}^2$	
<b>1 e ADHESIVOS DE FRAGUADO RÁPIDO (C2F)</b>		
<b>Características</b>	<b>Requisito</b>	<b>Método de ensayo</b>
Adherencia temprana	$\geq 0,5 \text{ N/mm}^2$ después de al menos 6 h	EN 12004-2:2017, apartado 8.3
Tiempo abierto: adherencia	$\geq 0,5 \text{ N/mm}^2$ después de al menos 10 min	EN 12004-2:2017, apartado 8.1
El resto de requisitos como en la tabla 1d		EN 12004-2:2017, apartado 8.3

Tabla 3 Requisitos para adhesivos cementosos (C)

<b>2 a</b> CARACTERÍSTICAS BÁSICAS (D1)		
Características	Requisito	Método de ensayo
Adherencia inicial a cizalla	$\geq 1 \text{ N/mm}^2$	EN 12004-2:2017, apartado 8.4
Adherencia a cizalla después de envejecimiento con calor	$\geq 1 \text{ N/mm}^2$	
Tiempo abierto: adherencia	$\geq 0,5 \text{ N/mm}^2$ después de al menos 20 min	EN 12004-2:2017, apartado 8.1
CARACTERÍSTICAS OPCIONALES		
<b>2 b</b> CARACTERÍSTICAS ESPECIALES		
Características	Requisito	Método de ensayo
Deslizamiento (T)	$\leq 0,5 \text{ mm}$	EN 12004-2:2017, apartado 8.2
Tiempo abierto ampliado (E): adherencia	$\geq 0,5 \text{ N/mm}^2$ después de al menos 30 min	EN 12004-2:2017, apartado 8.1
<b>2 c</b> CARACTERÍSTICAS ADICIONALES (D2)		
Características	Requisito	Método de ensayo
Adherencia a cizalla después de inmersión en agua	$\geq 0,5 \text{ N/mm}^2$	EN 12004-2:2017, apartado 8.4
Adherencia a cizalla a alta temperatura	$\geq 1 \text{ N/mm}^2$	

Tabla 4 Requisitos para adhesivos en dispersión (D)

<b>3 a</b> CARACTERÍSTICAS BÁSICAS (R1)		
Características	Requisito	Método de ensayo
Adherencia inicial a cizalla	$\geq 2 \text{ N/mm}^2$	EN 12004-2:2017, apartado 8.5
Adherencia a cizalla después de inmersión en agua	$\geq 2 \text{ N/mm}^2$	
Tiempo abierto: adherencia	$\geq 0,5 \text{ N/mm}^2$ después de al menos 20 min	EN 12004-2:2017, apartado 8.1
CARACTERÍSTICAS OPCIONALES		
<b>3 b</b> CARACTERÍSTICAS ESPECIALES		
Características	Requisito	Método de ensayo
Deslizamiento (T)	$\leq 0,5 \text{ mm}$	EN 12004-2:2017, apartado 8.2
<b>3 c</b> CARACTERÍSTICAS ADICIONALES (R2)		
Características	Requisito	Método de ensayo
Adherencia a cizalla después de choque térmico	$\geq 2 \text{ N/mm}^2$	EN 12004-2:2017, apartado 8.5

Tabla 5 Requisitos para adhesivos de resinas reactivas (R)

También se puede utilizar mortero tradicional como material de agarre para la instalación de baldosas cerámicas según ciertas limitaciones establecidas en el apartado 5.

El mortero tradicional es un material de agarre preparado en el lugar de la colocación a base de cemento o cemento y cal. La composición de la mezcla puede variar según las características concretas de los áridos disponibles en cada zona.

#### 4.2.2. Materiales de rejuntado

La norma UNE-EN 13888 define los distintos tipos en base a la naturaleza química de los conglomerantes que los componen. Los distintos tipos de materiales se clasifican en diferentes clases, según sus características específicas, en función de las prestaciones finales y sus propiedades de aplicación.

Los materiales de rejuntado para baldosas cerámicas pueden ser de los siguientes tipos según la naturaleza química de sus conglomerantes:

- Material de rejuntado cementoso (CG): Mezcla de conglomerantes hidráulicos (cemento), cargas minerales y aditivos orgánicos e inorgánicos.
- Material de rejuntado de resinas reactivas (RG): Mezcla de resinas sintéticas, cargas minerales y aditivos orgánicos e inorgánicos cuyo endurecimiento resulta de una reacción química

En el caso de los adhesivos del tipo CG cementosos, la norma establece dos clases:

- 1: Material de rejuntado normal.
- 2: Material de rejuntado mejorado (cumple con los requisitos para las características adicionales, que se indican con el símbolo W para absorción de agua reducida y A para alta resistencia a la abrasión).

De este modo, la designación para los materiales de rejuntado cementoso se realiza con el símbolo CG seguido de la abreviatura de la clase o clases a las que pertenece. Las posibles designaciones son: CG1, CG2W, CG2A, CG2WA. Para el caso de los materiales de rejuntado de resinas reactivas la designación es única: RG.

En las tablas siguientes se recogen las especificaciones de la norma UNE-EN 13888 para cada tipo de material de rejuntado:

Características fundamentales		
Característica	Requisito	Método de ensayo
Resistencia a la abrasión	$\leq 2\,000\text{ mm}^3$	EN 12808-2
Resistencia a la flexión después de almacenamiento en seco	$\geq 2,5\text{ N/mm}^2$	EN 12808-3
Resistencia a la flexión después de ciclos hielo-deshielo	$\geq 2,5\text{ N/mm}^2$	EN 12808-3
Resistencia a la compresión después de almacenamiento en seco	$\geq 15\text{ N/mm}^2$	EN 12808-3
Resistencia a la compresión después de ciclos hielo-deshielo	$\geq 15\text{ N/mm}^2$	EN 12808-3
Retracción	$\leq 3\text{ mm/m}$	EN 12808-4
Absorción de agua después de 30 min	$\leq 5\text{ g}$	EN 12808-5
Absorción de agua después de 240 min	$\leq 10\text{ g}$	EN 12808-5
Características adicionales		
Característica	Requisito	Método de ensayo
Alta resistencia a la abrasión	$\leq 1\,000\text{ mm}^3$	EN 12808-2
Absorción de agua reducida después de 30 min	$\leq 2\text{ g}$	EN 12808-5
Absorción de agua reducida después de 240 min	$\leq 5\text{ g}$	EN 12808-5

Tabla 6 Requisitos para materiales de rejuntado cementosos (CG)

Características fundamentales		
Característica	Requisito	Método de ensayo
Resistencia a la abrasión	$\leq 250\text{ mm}^3$	EN 12808-2
Resistencia a la flexión después de almacenamiento en seco	$\geq 30\text{ N/mm}^2$	EN 12808-3
Resistencia a la compresión después de almacenamiento en seco	$\geq 45\text{ N/mm}^2$	EN 12808-3
Retracción	$\leq 1,5\text{ mm/m}$	EN 12808-4
Absorción de agua después de 240 min	$\leq 0,1\text{ g}$	EN 12808-5

Tabla 7 Requisitos para materiales de resinas reactivas (RG)

### 4.3. Método de aplicación del material de agarre

Para todos los sistemas cerámicos posibles en pavimentos interiores residenciales se puede optar por la colocación con mortero tradicional sólo en el caso de baldosas con una capacidad de absorción de agua superior al 3% y con un formato inferior 900 cm<sup>2</sup> de superficie máxima. En el resto de baldosas cerámicas y láminas cerámicas se utilizará la técnica de colocación con adhesivos para cerámica. El adhesivo se puede aplicar con el método de simple encolado o de doble encolado.

#### 4.3.1. Método de simple encolado

Este método consiste en extender el adhesivo sobre una parte de la superficie de colocación y peinar posteriormente con la llana dentada especificada según el formato de la baldosa o lámina cerámica y las características del soporte.

Existen muchas costumbres diferentes de efectuar el peinado y el posterior asentamiento de la baldosa (maceado, deslizamiento, combinación de ambos...). La forma de efectuar ambas operaciones tiene una estrecha relación con la capacidad humectante y el resultado final.

El método que ha demostrado ser más eficaz en el peinado y colocación de las baldosas se catalogó hace más de veinte años por la Asociación Americana de Empresas de Colocación (NTCA). Según su estudio, quedó demostrado que, a igualdad de condiciones de aplicación, la mejor humectación del reverso de la baldosa se obtenía con un procedimiento que consiste en:

- El adhesivo se extiende en primer lugar con la parte lisa de la llana para ayudar a repartirlo de forma uniforme en la superficie.
- Posteriormente, se peinar el adhesivo siempre en línea recta, perpendicular a una arista de la baldosa.
- A continuación se asienta la baldosa más o menos en su posición definitiva, teniendo en cuenta la anchura de la junta de colocación.
- Se procede a desplazar la baldosa, en dirección perpendicular a los surcos y en sentido contrario a la baldosa adyacente, una distancia equivalente a la anchura del diente de la llana.
- Volver a desplazar la baldosa en sentido contrario hasta su posición primitiva, ajustando su ubicación respecto a las baldosas adyacentes y la junta de colocación.

Este procedimiento se conoce como método Tarver y con él se consigue que el aire de los surcos salga sin dificultad por los extremos, hecho que no ocurre cuando peinamos en curva o desplazamos la baldosa en la misma dirección que los surcos.

Se debe aplicar el método de simple encolado en todos los casos de colocación de revestimientos con baldosas cerámicas con adhesivos, salvo en los que sea necesario el uso del doble encolado.

#### 4.3.2. Método del doble encolado

El método de doble encolado se define en la Norma UNE 138002 como la modalidad de colocación que “consiste en extender por una parte el adhesivo sobre toda la superficie de colocación y peinar con la llana dentada y, por otra, extender el adhesivo por el reverso de la baldosa con el lado liso de la llana dentada. El espesor final del adhesivo no debe exceder el espesor máximo recomendado”.

El método de doble encolado se utiliza en determinadas situaciones para mejorar la humectación de la baldosa, favoreciendo un contacto homogéneo en la totalidad de la superficie del reverso de la baldosa con el objetivo de generar una adherencia óptima y duradera. Las baldosas cerámicas se colocan antes de la formación de una película seca en la superficie del adhesivo.

Se debe aplicar este método de doble encolado, si lo especifica el proyecto expresamente y en todos los siguientes casos de colocación de revestimientos con adhesivos:

- En exteriores
- En colocación de baldosas con formato superior a 30 x 30 cm o superficie equivalente
- En colocación de baldosas con relieves en su reverso que dificulten el buen contacto con el adhesivo
- En pavimentos interiores sometidos a cargas dinámicas y estáticas de entidad (pavimentos de uso industrial y comercial)
- En revestimientos cerámicos con calefacción radiante
- En colocación de revestimientos con láminas cerámicas de fino espesor de cualquier formato.
- En caso de utilizar sistemas de nivelación de baldosas cerámicas

#### **4.4. Materiales para juntas de movimiento**

Las juntas de movimiento conforman una parte fundamental para el correcto funcionamiento de los sistemas cerámicos y pueden ser de dos tipos:

##### **4.4.1. Juntas de movimiento prefabricadas**

Son perfiles prefabricados y diseñados para su colocación como relleno en las juntas de movimiento definidas en los sistemas cerámicos.

Existen distintos modelos de perfiles para juntas, siendo habituales los de coextrusión de elementos plásticos, los constituidos por perfiles metálicos unidos por un cuerpo central compresible o los íntegramente metálicos con piezas deslizantes.

En función del material y la geometría del perfil, la junta debe tener una mayor capacidad de absorción de sollicitaciones mecánicas, químicas y térmicas. Es necesario consultar las especificaciones técnicas del fabricante con el fin de asegurar que el perfil elegido es el adecuado en cada proyecto.

##### **4.4.2. Materiales sellantes compresibles**

Son sellantes compresibles elásticos, de conformidad con las Normas UNE-EN ISO 11600 y UNE-EN 15651, partes 1 a 5, que permiten la absorción de movimientos.

El material sellante se debe seleccionar según las sollicitaciones químicas, mecánicas y termohigrométricas del ambiente de destino, así como las características de los materiales que los han de recibir.

Eventualmente, para incrementar sus prestaciones pueden necesitar la aplicación de un imprimador.

Propiedades	Clase							Método de ensayo
	25LM	25HM	20LM	20HM	12,5E	12,5P	7,5P	
Recuperación elástica (%)	≥ 70	≥ 70	≥ 60	≥ 60	≥ 40	< 40	< 40	ISO 7389
Propiedades a tracción, módulo secante								
a) módulo secante								
a + 23 °C (N/mm <sup>2</sup> )	≤ 0,4 y	> 0,4 o	≤ 0,4 y	> 0,4 o	–	–	–	ISO 8339
a – 20 °C (N/mm <sup>2</sup> )	≤ 0,6	> 0,6	≤ 0,6	> 0,6	–	–	–	
b) alargamiento hasta la rotura (%) a + 23 °C	–	–	–	–	–	≥ 100	≥ 25	
Propiedades a tracción a una extensión mantenida	nf	nf	nf	nf	nf	–	–	ISO 8340
Propiedades de adherencia/cohesión a temperatura variable	nf	nf	nf	nf	nf	–	–	ISO 9047
Propiedades de adherencia/cohesión a temperatura constante	–	–	–	–	–	nf	nf	ISO 9046
Propiedades de adherencia/cohesión a una extensión mantenida después de la inmersión en agua	nf	nf	nf	nf	nf	–	–	ISO 10590
Propiedades de adherencia/cohesión después de la inmersión en agua	–	–	–	–	–	≥ 100	≥ 25	ISO 10591
Alargamiento hasta la rotura (%) a + 23 °C								
Pérdida de volumen (%)	≤ 10 véase la nota 1	≤ 25 véase la nota 2	≤ 25	≤ 25	ISO 10563			
Resistencia a la fluencia (mm) (véase la nota 3)	≤ 3	≤ 3	≤ 3	≤ 3	≤ 3	≤ 3	≤ 3	ISO 7390

Tabla 8 Características de los sellantes para construcción según UNE-EN ISO 11600

## 4.5. Materiales para soportes

### 4.5.1. Materiales para capas de recrados y/o reparto de cargas

Los materiales para capas de recrados y/o reparto de cargas, utilizados para la instalación de revestimientos con baldosas cerámicas, pueden ser ejecutados con hormigón, de acuerdo con lo indicado en la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE-08 o de acuerdo con la Norma UNE-EN 206-1 “Hormigón. Parte 1: Especificaciones, prestaciones, producción y conformidad”, o mediante los morteros de recrado definidos en la Norma UNE-EN 13813.

Para los morteros de recrado, en la siguiente tabla se indican las características a ensayar en función de los materiales componentes del mortero.

Materiales componentes del mortero	Resistencia a la compresión	Resistencia a flexión	Resistencia al desgaste "Böhme"	Resistencia al desgaste "BCA"	Resistencia al desgaste por rodadura	Dureza superficial	Resistencia a la penetración	Resistencia al desgaste por rodadura en suelos	Tiempo de fraguado	Retracción e hinchamiento	Consistencia	Valor de pH	Módulo de elasticidad	Resistencia al impacto	Resistencia a la tracción
Cemento	N	N	N <sup>b</sup> (uno de tres)			O	-	O	O	O	O	O	O	O <sup>c</sup>	O
Sulfato de calcio	N	N	O	O	O	O	-	O	O	O	O	N	O	-	O
Magnesita	N	N	O	O	O	N <sup>d</sup>	-	O	-	O	O	O	O	-	O
Masillas asfálticas	-	-	O	O	O	-	N	O	-	-	-	-	-	-	-
Resina sintética	O	O	-	N <sup>d</sup> (uno de dos)		O	-	O	-	O	O	-	O	N <sup>d</sup>	N

Leyenda  
N Normativa.  
O Opcional donde sea pertinente.  
- no pertinente.  
<sup>a</sup> sólo para morteros para acabados de suelos utilizados en superficies de desgaste.

Tabla 9 Características a ensayar según UNE-EN 13813

La selección relativa al recrecido se basa fundamentalmente en el ambiente de destino. Los recrecidos forman parte del soporte del revestimiento cerámico, asegurando, entre otras, la función de distribución de cargas y de refuerzo.

La capa de reparto de cargas es la capa intermedia que tiene la función de absorber las cargas que recibe el pavimento y evitar la fisuración, rotura y/o la deformación del revestimiento cerámico.

Esta capa intermedia suele ser flotante, muy sólida y rígida, con o sin mallazo intermedio según proyecto y se debe realizar con hormigón o con morteros que cumplan con la normativa indicada.

La función de recrecido reforzado contempla un recrecido de mortero con refuerzo, compuesto, por ejemplo, de fibras de vidrio, plástico o acero o de malla electrosoldada, en su caso cincada, de medidas específicas, debidamente colocada, en general, a mitad del espesor del recrecido.

Los recrecidos también pueden incorporar la función de regularización cuando se terminan con unas condiciones de planitud superficial que permitan colocar directamente el adhesivo para recibir a las baldosas cerámicas. Para ejecutar la capa de regularización se deben utilizar bases de mortero según UNE-EN 13813.

#### 4.5.2. Materiales para capas de desolidarización por recrecido

Cuando se trata de un recrecido desolidarizado, está constituido por una capa de mortero de alta consistencia, que actúa como recrecido flotante o capa de reparto y que puede actuar como capa de nivelación, siempre con un espesor > 40 mm. Se debe realizar previa interposición de una capa de separación horizontal que en algunos casos hace las funciones de barrera de vapor.

#### 4.5.3. Capa de desolidarización en contacto con el revestimiento cerámico

Capa funcional, generalmente realizada con membranas en láminas compuestas de uno o más materiales, a menudo de naturaleza polimérica. Cuando la membrana va acoplada a un geotextil o bien presenta un acentuado relieve, la membrana es apta para la colocación en contacto directo con el revestimiento cerámico a través de adhesivos cementosos.

#### 4.6. Membranas líquidas de impermeabilización

Se tratan de materiales de impermeabilización con un solo componente o multicomponente aplicados en forma de capa uniforme por debajo de las baldosas cerámicas. Están definidas en la norma UNE-EN 14891 para su uso bajo baldosas cerámicas. Los requisitos se recogen en la tabla siguiente.

<b>1 a CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES</b>		
<b>Características</b>	<b>Requisito</b>	<b>Método de ensayo</b>
Resistencia a la adherencia inicial en tracción	$\geq 0,5 \text{ N/mm}^2$	A.6.2
Resistencia a la adherencia en tracción después de inmersión en agua	$\geq 0,5 \text{ N/mm}^2$	A.6.3 o A.6.4
Resistencia a la adherencia en tracción después de envejecimiento térmico	$\geq 0,5 \text{ N/mm}^2$	A.6.5
Resistencia a la adherencia en tracción después de ciclos de hielo-deshielo	$\geq 0,5 \text{ N/mm}^2$	A.6.6
Resistencia a la adherencia en tracción después de inmersión en agua de cal	$\geq 0,5 \text{ N/mm}^2$	A.6.9
Estanquidad	Sin penetración y $\leq 20 \text{ g}$ de peso suplementario	A.7
Resistencia a la propagación de fisuras en las condiciones normalizadas	$\geq 0,75 \text{ mm}$	A.8.2
<b>1 b CARACTERÍSTICAS OPCIONALES</b>		
<b>Características</b>	<b>Requisito</b>	<b>Método de ensayo</b>
Resistencia a la adherencia en tracción después de inmersión en agua clorada	$\geq 0,5 \text{ N/mm}^2$	A.6.7 o A.6.8
Resistencia a la propagación de fisuras a baja temperatura (-5 °C)	$\geq 0,75 \text{ mm}$	A.8.3
Resistencia a la propagación de fisuras a muy baja temperatura (-20 °C)	$\geq 0,75 \text{ mm}$	A.8.3

Tabla 10 Especificaciones de las membranas líquidas según UNE-EN 14891

#### 4.7. Membranas en láminas

Son capas de uno o más materiales con diversas funciones, tales como: impermeabilización, desolidarización, distribución y absorción de cargas, salida de la presión de vapor, barrera al vapor, drenaje y protección de las capas de impermeabilización, alojamiento y guía para elementos de calefacción y aislamiento acústico de impactos. Una misma membrana puede realizar incluso varias de las funciones enumeradas.

Las membranas en cuestión se pueden acoplar a tejidos específicos o a otros materiales, y también se pueden adaptar para permitir, cuando sea necesario, su colocación con adhesivo sobre diferentes tipos de soporte.

En el caso de barreras de vapor, una barrera de vapor se puede realizar con materiales de baja permeabilidad al vapor de agua, como pueden ser láminas bituminosas, láminas de caucho, láminas de polietileno de bajo espesor, láminas de papel kraft-polietileno o geotextiles específicos.

#### 4.8. Revestimientos preexistentes

Recubrimientos que pueden realizar la función de soporte de colocación, directamente o tras una preparación previa. Pueden ser pavimentos de baldosas cerámicas, piedra natural o mosaico, pavimentos resilientes, de resina, superficies de madera, soportes de metal, etc.

Generalmente estos revestimientos presentan una buena planeidad y estabilidad.

## 5. Estudio compatibilidad entre los materiales de las capas del sistema (Tarea 1.3)

Los sistemas cerámicos, pueden ser algo tan sencillo como el material de agarre y la baldosa, en el caso de una colocación directa sobre el soporte; o algo tan complejo como una capa separación, otra de aislamiento térmico, otra de impermeabilización, otra de separación, una más de reparto de cargas y las baldosas cerámicas adheridas sobre esta última.

Contemplamos diferentes tipos de compatibilidad:

- Compatibilidad de una capa respecto al conjunto del sistema (asociada a la estabilidad o movimientos existentes)
- Compatibilidad de una capa respecto a las capas contiguas (asociada a acciones químicas o adecuación de una capa a las características de las capas adyacentes)
- Compatibilidad frente a las prestaciones derivadas del uso previsto

### 5.1. Compatibilidad asociada a la estabilidad del sistema

Como norma general, se debe vigilar la compatibilidad entre materiales con diferente coeficiente de dilatación térmica lineal que, sometidos a cambios térmicos, provocan roturas de la unión adhesiva por tensiones de cizalladura. Así, hay algunos tipos de membranas líquidas para impermeabilización con un coeficiente de dilatación térmica muy elevado, también es el caso de las placas de aglomerado de piedra (arena) con poliéster.

### 5.2. Compatibilidad asociada a acciones químicas

A tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Compatibilidad química del material de agarre con las impermeabilizaciones líquidas, los materiales fonoaislantes de baja compresibilidad, los materiales de las capas de drenaje, desolidarización o impermeabilización y las imprimaciones tapaporos y cohesionantes respecto a ciertos tipos de adhesivos cuando se admite la colocación directa en capa delgada con adhesivo. La incompatibilidad puede debilitar la unión adhesiva o atacar a los materiales que constituyen la superficie de colocación.
- La formación de etringita (sulfoaluminato de calcio fuertemente hidratado), es un ejemplo de ataque químico, aunque el origen de la formación de este compuesto está en la aportación de agua y alúmina desde el mortero o adhesivo cementoso.
- Sobre las capas aislantes (por ejemplo telas asfálticas), se dispone una lámina de protección contra el ataque alcalino de los morteros, también para evitar la penetración de agua entre juntas. Con materiales porosos y en la ejecución de soleras con autonivelantes, esta protección debe ser una verdadera impermeabilización.
- En general, no es conveniente el encolado directo del revestimiento cerámico sobre láminas impermeabilizantes bituminosas, de PVC, EPDM, polietileno, etc., salvo interposición de capas o tratamientos específicos sobre estos materiales que los hagan aptos para ello. Los distintos sistemas de impermeabilización se aplican siguiendo en todo momento las instrucciones del fabricante.

Son los fabricantes o proveedores de adhesivos, materiales de las capas funcionales y de tratamientos superficiales para la preparación/adecuación ante la instalación de las baldosas, quienes deben suministrar la información referente a posibles incompatibilidades de los diferentes productos.

### 5.3. Compatibilidad asociada a la adecuación de materiales contiguos

La compatibilidad entre el adhesivo y la baldosa es función de diferentes variables:

- Estabilidad de las capas del sistema
- Tipo de baldosa
- Tamaño de la baldosa
- Tipo de soporte sobre el que se instala la baldosa

#### 5.3.1. Compatibilidad entre adhesivo y baldosa en función de la estabilidad de las capas del sistema

La estabilidad de las capas del sistema (forjados, soleras y capas intermedias), se estudia en el apartado 6.1 de este entregable. En general se contempla sistema estable, sistema moderadamente inestable y sistema inestable.

En los elementos estructurales, el fenómeno de la retracción suele completarse en un 75%, en condiciones normales de las variables anteriores, a los tres meses desde su ejecución. En función de este dato y de la magnitud de las retracciones medias en hormigones armados (alrededor de 0,25 mm/m) podemos establecer unos niveles de estabilidad para las soleras de hormigón.

Para los sistemas estables, no existen restricciones en el tipo de adhesivo a utilizar, no obstante, en el apartado 5.3.5, se recogen los requerimientos para el uso de mortero de cemento como adhesivo. Respecto a los adhesivos en dispersión (D), se debe comprobar si son adecuados para el uso en pavimentos, puesto que normalmente son adecuados para su uso en revestimiento de soportes verticales.

Para los sistemas moderadamente inestables se deben utilizar adhesivos cementosos deformables (S1) o altamente deformables (S2), adhesivos de resinas de reacción (R), o adhesivos en dispersión teniendo en cuenta la consideración anteriormente realizada.

En el caso de soportes inestables, se debe considerar siempre la necesidad de realizar soleras flotantes, sobre capas de desolidarización, y la utilización de adhesivos de máxima deformabilidad como los adhesivos de resinas reactivas (R) de máxima deformabilidad.

#### 5.3.2. Compatibilidad entre adhesivo y baldosa en función del tipo de baldosa

En estos casos se debe considerar si la adherencia se ve comprometida por dificultad del anclaje de los hidratos del cemento y se requiere también de unión química.

En el caso de baldosas de absorción de agua igual o inferior al 0,5% (gres porcelánico) siempre se utilizarán adhesivos tipo C2 (cementoso mejorado) o de prestaciones superiores.

Para baldosas de absorción de agua entre el 0,5 y el 3%, se puede utilizar adhesivos de tipo C1 (adhesivo cementoso normal), aunque siempre en función del tamaño de la baldosa y el soporte de colocación.

Para baldosas de absorción de agua superior al 3%, en función del tamaño de la baldosa y del tipo de soporte de colocación, se pueden utilizar incluso adhesivos cementosos sin prestaciones especificadas o mortero de cemento, aunque en este caso, teniendo en cuenta las restricciones contempladas en el apartado 5.3.5.

### 5.3.3. Compatibilidad entre adhesivo y baldosa en función del tamaño de la baldosa

El formato puede comprometer la adhesión debido a la dificultad de endurecimiento por evaporación el agua, especialmente en baldosas con absorción de agua inferior al 3%. También por las tensiones de cizalladura acumuladas en los bordes de la interfaz baldosa-adhesivo o adhesivo-superficie de colocación.

Para baldosas de longitud de un lado menor a 30 cm se podrán utilizar adhesivos cementosos sin prestaciones especificadas en función del tipo de soporte de colocación, por supuesto se podrán utilizar adhesivos de prestaciones superiores. El mortero de cemento se podrá utilizar en función de las restricciones contempladas en el apartado 5.3.5.

En el caso de baldosas de longitud de lado mayor de 30 cm, en función del tipo de soporte de colocación, es recomendable utilizar adhesivos cementosos de prestaciones mejoradas (C2) o adhesivos de superiores prestaciones.

### 5.3.4. Compatibilidad entre adhesivo y baldosa en función del tipo de soporte de colocación

Para los recrecidos cementosos y recrecidos de anhidrita con calefacción radiante se debe contemplar siempre adhesivo cementoso de prestaciones mejoradas (C2) con la característica de deformabilidad del adhesivo excepto para tamaños de baldosa inferiores a 30 cm. En el caso de recrecidos cementosos y de anhidrita sin calefacción radiante, puede ser adecuado un adhesivo tipo C1 en función del tamaño y absorción de agua de la baldosa.

La instalación directa sobre forjados o soleras de hormigón requiere como mínimo adhesivos tipo C2 (excepto en el caso de baldosas de absorción de agua mayor al 3% y tamaño inferior a 30 cm, donde un adhesivo C1 es suficiente). Con baldosas de longitud de lado largo mayor a 90 cm, deberemos contemplar además la característica de deformabilidad en el adhesivo (S1 para adhesivos cementosos).

En el caso de instalación sobre otras baldosas, mosaico o piedras preexistentes, como mínimo se debe contemplar un adhesivo tipo C2 (cementoso de prestaciones mejoradas).

La instalación sobre superficies de metal siempre se realizará utilizando adhesivos de resinas de reacción muy deformables.

### 5.3.5. Colocación con mortero tradicional

La técnica de colocación de pavimentos cerámicos con mortero tradicional solo se puede utilizar bajo las siguientes condiciones necesarias:

- Para baldosas cerámicas con capacidad de absorción de agua  $E > 3\%$ .
- Para baldosas con formato nominal inferior a una superficie  $S < 900 \text{ cm}^2$ .
- Sin capas intermedias compresibles.
- Sobre superficies de media/alta succión/absorción de agua y cierta textura superficial.
- Sobre superficies compatibles con el mortero de cemento/cal (la aplicación queda limitada a superficies cerámicas o de derivados del cemento)

En el caso de pavimentos interiores sobre capa de desolidarización, se deben aplicar estas condiciones adicionales:

- Forjados con luces inferiores a 5 m y/o de media estabilidad.
- Altura disponible para el pavimento, desde la capa de compresión del forjado, no inferior a 80 mm.
- Sobre capas intermedias que no presenten compresibilidad.
- Pavimentos de tránsito exclusivamente peatonal.

#### **5.4. Compatibilidad frente a las prestaciones derivadas del uso previsto**

Se contempla la compatibilidad del sistema en función de las cargas previstas, en función de la presencia de agua y la compatibilidad de la baldosa en función del tránsito previsto.

##### **5.4.1. Compatibilidad del sistema en función de las cargas previstas**

Se contempla en función del tipo de forjado y en función de la baldosa.

En función del tipo de forjado, consideramos los casos de forjado unidireccional de hormigón y de forjado reticular.

Para forjados unidireccionales se considera un sistema de máxima estabilidad o mínima deformabilidad cuando las cargas de uso no son superiores a 2 kN/m<sup>2</sup> para la carga uniforme y 2 kN/m para la carga máxima concentrada y las flechas activas (flecha que se produce en un elemento estructural cuando se inicia la construcción de otro elemento constructivo) máximas no superan los 5 mm. En este caso el sistema es compatible con una colocación por adherencia rígida o poco estable.

Un sistema de media estabilidad o deformabilidad, compatible sólo con una colocación por adherencia directa deformable o muy deformable, junta abierta, limitación en el formato de las baldosas y correcta distribución de las juntas de movimiento, es aquel en que la flecha activa máxima es de 10 mm o inferior siempre considerando que está sometido a las cargas de uso características de uso residencial, indicadas den el párrafo anterior.

Si se trata de un sistema de baja estabilidad o alta deformabilidad, se requerirá siempre la ejecución de una solera flotante y resistente previo a la colocación de un solado rígido. Este tipo de sistema contempla cargas de uso en edificación residencial superiores a las indicadas, así como flechas activas superiores a 10 mm

Para forjados reticulares, la máxima estabilidad y mínima deformabilidad requiere cargas de tabiquería no superiores a 5 kN/m ni cerramientos con carga superior a 7 kN/m, sobrecargas de uso no superiores a 5 kN/m<sup>2</sup> y flechas activas inferiores a 5 mm.

Media estabilidad o media deformabilidad se considera el forjado reticular con cargas de cerramiento, tabiquería y sobrecargas de uso no superiores a las reseñadas en el párrafo anterior y con flechas activas superiores a 5 mm e inferiores a 10 mm.

Las condiciones de baja estabilidad y alta deformabilidad por cargas se corresponden con sobrecargas de uso superiores a 5 kN/m<sup>2</sup> y/o cargas puntuales superiores a 7 kN.

En función de la baldosa, para cargas derivadas únicamente de tránsito de peatones, se requiere una fuerza de rotura, medida según la norma UNE-EN ISO 10545-4<sup>2</sup> superior a 900 N. Para cargas estáticas

---

<sup>2</sup> UNE-EN ISO 10545-4:2015 Baldosas cerámicas. Parte 4: Determinación de la resistencia a la flexión y de la fuerza de rotura

significativas o por desplazamiento de cargas en pavimentos interiores, se contempla una fuerza de rotura superior a 2000 N.

#### 5.4.2. Compatibilidad del sistema en función de la presencia de agua

Algunos materiales que constituyen la superficie de colocación son sensibles al agua, en estado líquido o vapor, bien porque sufren alteraciones dimensionales o bien porque experimentan cambios en su estructura. Todo ello se traduce en inestabilidad o degradación de la interfaz con el material de agarre.

En función de la sensibilidad al agua, las superficies de colocación pueden clasificarse:

- Materiales muy sensibles al agua respecto a su durabilidad intrínseca. Ejemplos: Paneles de madera aglomerada, madera sin tratamiento antihumedad, enlucidos de yeso y paneles de escayola sin tratamiento antihumedad, tabiques de cartón-yeso, etc.
- Materiales con sensibilidad moderada al agua respecto de su durabilidad intrínseca. Ejemplos: Paneles de madera o madera aglomerada con tratamiento antihumedad; enlucidos de yeso y paneles de escayola y tabiques de cartón yeso con tratamiento antihumedad; etc.
- Materiales insensibles al agua respecto a su durabilidad intrínseca. Ejemplos: Hormigón, mortero de cemento, etc.

En zonas donde el agua sólo interviene como agente de mantenimiento y limpieza (superficies horizontales de recintos secos en interiores de edificación residencial), es apto el uso de cualquier tipo de material.

En zonas donde el agua interviene por proyección de manera esporádica o en forma de vapor ocasionalmente (superficies horizontales en recintos húmedos como cocinas y baños en interiores de edificación residencial), son aptos los materiales con sensibilidad moderada o insensibles al agua.

En zonas donde el agua interviene durante tiempos prolongados en forma líquida o vapor (superficies horizontales de recintos muy húmedos como duchas, saunas, baños y cocinas colectivas, superficies horizontales de uso industrial y superficies susceptibles de remonte de humedad por capilaridad), únicamente son aptos los materiales insensibles al agua. Estas zonas requieren sistemas completos de impermeabilización y evacuación del agua, y barreras de vapor en otras superficies no impermeabilizadas.

#### 5.4.3. Compatibilidad de la baldosa en función del tránsito previsto

Los criterios de compatibilidad están basados en las recomendaciones de la Guía de la baldosa cerámica<sup>3</sup>. La Guía establece la compatibilidad de las baldosas frente al uso previsto según el resultado del ensayo realizado siguiendo el método descrito en la norma UNE 138001 IN<sup>4</sup>. En función de la clase obtenida en el ensayo, se contempla la compatibilidad de la baldosa:

- Clase L1: baldosa apta para pavimento con tránsito ligero en ausencia de abrasivo
- Clase L2: baldosa apta para pavimento con tránsito ligero sin acceso directo al exterior
- Clase L3: baldosa apta para pavimento con tránsito ligero con acceso directo al exterior

---

<sup>3</sup> Guía de la baldosa cerámica (DRB 01/11), Generalitat Valenciana, Conselleria de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente. Instituto Valenciano de la Edificación (IVE)

<sup>4</sup> UNE 138001 IN:2008 Resistencia al desgaste por tránsito peatonal de pavimentos cerámicos

- Clase H4: baldosa apta para pavimento con tránsito medio con acceso directo al exterior
- Clase H4: baldosa apta para pavimento con tránsito medio con acceso directo al exterior
- Clase H5: baldosa apta para pavimento con tránsito intenso con acceso directo al exterior
- Clase H6: baldosa apta para pavimento con tránsito intenso con desplazamiento de cargas

## 6. Estudio requerimientos para el sistema según necesidades (Tarea 1.4)

Las necesidades identificadas son las siguientes:

- Estabilidad dimensional y minimización de movimientos esperados en el soporte estructural y en las capas intermedias
- Adecuación de la superficie de colocación de las baldosas
- Absorción de movimientos en la puesta en servicio del sistema

### 6.1. Estabilidad dimensional y minimización de movimientos esperados en el soporte estructural y en las capas intermedias

Los requerimientos del sistema están relacionados con la estabilidad del mismo, tanto en el momento de su construcción, como posteriormente durante la puesta en servicio del mismo.

Los revestimientos cerámicos necesitan estabilidad en la superficie sobre la que se sustentan para asegurar la adherencia y su durabilidad. Las variaciones dimensionales sufridas por el soporte generan esfuerzos sobre los revestimientos cerámicos instalados por adherencia. En consecuencia, es fundamental conocer el grado de estabilidad del soporte de colocación, según las deformaciones previstas, para poder diseñar el sistema cerámico y seleccionar los materiales, capas intermedias y la técnica de colocación.

Ningún material y, por tanto, ningún elemento constructivo, es intrínsecamente estable desde el punto de vista dimensional. Las acciones mecánicas sobre ellos, los cambios de temperatura y humedad del ambiente y la evolución interna de los materiales, por procesos de naturaleza física y/o química, provocan variaciones dimensionales, reversibles e irreversibles.

Estas variaciones dimensionales generan esfuerzos sobre otros elementos constructivos vinculados a ellos, como es el caso las baldosas instaladas por adherencia. En consecuencia, es fundamental conocer el grado de estabilidad de un soporte base, evaluado por las deformaciones (como cambios dimensionales) previstas, para poder proyectar el sistema de recubrimiento y seleccionar los materiales y la técnica de colocación.

Cuando los soportes de colocación sean soleras o elementos estructurales de hormigón, la mayor o menor estabilidad (o mayor o menor deformabilidad dimensional) se debe a:

- La retracción del hormigón como reducción de volumen (traducida en contracción lineal en elementos constructivos), por los procesos de secado e hidratación del cemento, durante la lenta maduración de estos materiales.
- La deformación bajo carga del elemento constructivo por su propio peso, por las tensiones inducidas desde otros elementos constructivos vinculados a él (con esfuerzos a tracción,

compresión y, en algunos casos, torsión) y por las cargas dinámicas y/o estáticas a las que se verá sometido en su vida útil.

- La deformación sin carga del elemento constructivo como consecuencia de su naturaleza y de su interacción con el medio, principalmente por efecto de la temperatura, la humedad y las agresiones físicas y/o químicas que tanto condicionan la durabilidad (desde el fenómeno de la helada hasta la agresión química o la carbonatación de los conglomerados de cemento), así como cambios dimensionales por reacción química en el seno de los materiales.
- Vibraciones derivadas de las cargas dinámicas a las que está sometido el soporte estructural

Los parámetros retracción y deformación bajo carga condicionan la estabilidad del soporte. La excepción la encontramos en soportes particulares con materiales que tienen características singulares como altos coeficientes de dilatación térmica lineal (madera en la dirección perpendicular a las fibras, aluminio), elevados coeficientes de expansión por humedad (ladrillo cerámico sílico-calcáreo muy poroso, ladrillos de silicato cálcico,...) o materiales sensibles al agua o la humedad (madera, anhídrita,...).

El proceso de hidratación para otorgar las propiedades resistentes finales a un hormigón o mortero, junto con la pérdida de agua sobrante por evaporación, son responsables de la reducción del volumen del hormigón o mortero endurecido, conocida como retracción y que, en elementos constructivos esbeltos, se expresa como contracción lineal en milímetros por metro (mm/m).

En un mortero rico en cemento y con una alta relación agua/cemento puede llegar a 1,2 mm/m. Los procesos de hidratación y secado no uniformes son responsables de las deformaciones de los elementos constructivos.

En función de la humedad ambiental, el proceso de hidratación se desarrolla en un período de tiempo variable, nunca inferior a 28 días (en morteros y condiciones óptimas de temperatura y humedad), habiéndose completado en ese tiempo un 90% del proceso. En elementos estructurales, el proceso es más lento, nunca inferior a seis semanas en su primera fase (un 75% del proceso).

Podemos establecer tres tipos de soportes respecto a la estabilidad:

Soportes estables que admiten un material de agarre rígido o escasamente deformable (los morteros de cemento, de cemento/cal y los adhesivos cementosos de bajo contenido en resinas poliméricas). Los llamaremos también soportes con bajos movimientos esperados.

Soportes ligeramente inestables, con deformaciones que pueden alcanzar valores todavía compatibles con una colocación por adherencia directa, con adhesivos deformables aplicados en capa delgada o media; o con el recurso a una desolidarización simple entre el soporte base y el material de agarre, mediante una simple separación física. Les llamaremos también soportes con medios movimientos esperados.

Soportes inestables o con altos movimientos esperados para los que no es recomendable en ningún caso la colocación directa de las baldosas, precisando una solución constructiva particular, desde una capa de separación hasta una solera flotante (se crea un nuevo soporte base para el recubrimiento).

### **6.1.1. Forjado o soporte estructural**

El soporte estructural es el elemento que sustenta todas las demás capas y soporta su propio peso, las cargas y esfuerzos inducidos desde otros elementos, y las cargas de uso. Constituye el elemento portante del entero sistema de recubrimiento, con la resistencia mecánica suficiente para soportar su peso, pero también las cargas dinámicas y estáticas a las que se verá sometido en un pavimento.

Este elemento estructural puede ser tan complejo como un forjado reticular, tan pesado como una losa armada de hormigón o tan liviano como un panel de poliestireno extrudido preparado para la colocación de baldosas.

Puede estar desvinculado del recubrimiento o capa exterior del sistema, por interponerse diferentes capas funcionales o constituirse en superficie de colocación por adherencia cuando los materiales y la técnica son compatibles con el comportamiento del soporte.

Asegurada la resistencia mecánica del soporte, le asignamos la característica de estabilidad para evaluar su comportamiento con un acabado como el recubrimiento rígido.

En todos los casos, el requisito más importante que debemos evaluar en cuanto al comportamiento de los diferentes soportes estructurales es su estabilidad dimensional.

Ningún material y, por tanto, ningún elemento constructivo, es intrínsecamente estable desde el punto de vista dimensional. Las acciones mecánicas sobre ellos, los cambios de temperatura y humedad del ambiente y la evolución interna de los materiales, por procesos de naturaleza física y/o química, provocan variaciones dimensionales, reversibles e irreversibles.

Estas variaciones dimensionales generan esfuerzos sobre otros elementos constructivos vinculados a ellos, como es el caso de los revestimientos cerámicos instalados por adherencia. En consecuencia, es fundamental conocer el grado de estabilidad de un soporte base, evaluado por las deformaciones (como cambios dimensionales) previstas, para poder proyectar el sistema de recubrimiento y seleccionar los materiales y la técnica de colocación.

En las estructuras de hormigón, metálicas o de madera, se debe considerar los movimientos debidos a la deformabilidad por el peso propio, las cargas de uso y las vibraciones. Se consideran estables los forjados que cumplen las condiciones que se indican a continuación sobre movimientos por retracción, cuya luz sea inferior a 4 m y no se esperen flechas activas mayores de 5 mm.

Cuando no se cumplan estas condiciones, sus efectos negativos se pueden prevenir mediante capas de desolidarización, juntas de dilatación y perimetrales, adhesivos con la característica de deformabilidad adecuada, baldosas de formatos menores, doble encolado, junta de colocación abierta de espesor generoso.

La estabilidad en las soleras de hormigón depende de los fenómenos de retracción ligados a la pérdida de agua del hormigón. Existen diversas variables que afectan a la retracción: humedad y temperatura ambiente, dimensión y espesor de la solera, composición del hormigón, tiempo transcurrido desde la ejecución, uniformidad de secado, y las juntas de contracción ejecutadas.

En particiones horizontales, los tipos de soportes estructurales son los siguientes:

- Forjados
  - o Prefabricados
    - Con viguetas (de hormigón y acero y entrevigados de hormigón y cerámica)
    - Con otras piezas
  - o Semiprefabricados
    - Con semiviguetas (de hormigón, acero y cerámica, y piezas de entrevigado aligerantes o resistentes)

- Con plancha interior
  - In situ
    - Unidireccionales
    - Reticulares
- Soleras de hormigón

Los soportes más habituales son los forjados in situ unidireccionales y los reticulares.

Si tenemos en cuenta la **retracción**, la estabilidad de los soportes estructurales horizontales puede establecerse de la siguiente manera:

- Estables o de bajos movimientos esperados: elementos constructivos estructurales en base a conglomerados de cemento a partir de los seis meses de edad.
- Ligeramente Inestables o de medios movimientos esperados, pero todavía compatibles con una colocación por adherencia directa con adhesivos deformables:
  - Los forjados con edades superiores a 4 meses o 2 meses si la maduración ha tenido lugar en ambiente húmedo ( $HR > 75\%$ )
  - Las soleras de hormigón con edad inferior a 6 meses, pero humedad superficial inferior al 1% (medida con higrómetro de carburo)
- Inestables o con altos movimientos previsibles, todos los soportes que no cumplen los condicionantes anteriores, y para los que no es recomendable la colocación por adherencia directa sobre el soporte.

Puede ser una excepción, las soleras de hormigón con edades inferiores a seis meses y humedad superficial mayor al 1% (medida con higrómetro de carburo), para los que existen adhesivos cementosos deformables compatibles (del tipo **C 2 S1** ó **C 2 S2**) e incluso una nueva generación de adhesivos de resinas de reacción en base al poliuretano que admiten humedades superficiales.

La imposibilidad de colocación directa de las baldosas obliga a la adopción de soluciones constructivas que desolidaricen el soporte base, en sus movimientos paralelos al recubrimiento, o que generen una nueva base (como solera flotante) para el recubrimiento, independiente de los movimientos perpendiculares al plano de aquél (por ejemplo, las flechas en un forjado).

Si tenemos en cuenta las deformaciones bajo carga, teniendo en cuenta tanto las propias como las de funcionamiento, la estabilidad del soporte se puede considerar de la siguiente manera:

- Estables, con bajos movimientos esperados, en todo tipo de forjados, de 6 meses de edad mínimo, que soportan tabiquería y cerramientos (también por su cara inferior) realizados, como mínimo, 2 meses antes de ejecutar el recubrimiento, y que presentan *flechas activas* por debajo de  $L/750$  (donde L es la luz del forjado en milímetros) hasta luces de 5 m, o por debajo de  $L/1500 + 3$  mm cuando la luz supere los 5 m.
- Ligeramente Inestables o con medios movimientos esperados, cuando bajo las condiciones descritas en la clase anterior, presenten flechas activas:
  - Superiores a  $L/750$  e inferiores o iguales a  $L/500$ , para luces de hasta 5 m
  - Superiores a  $L/1500 + 3$  mm e inferiores o iguales a  $L/1000 + 5$  mm para luces superiores a 5 m.

- Muy inestables, con altos movimientos esperados, cuando bajo las condiciones descritas en la clase estables, presenten flechas activas superiores a  $L/500$  con luces hasta 5 m ó superiores a  $L/1000 + 5$  mm con luces mayores a 5 m.

Genéricamente, soportes estables en función del tipo de soporte se pueden considerar:

- Forjados unidireccionales empotrados, con cantos no inferiores a 30 cm y luces no superiores a 4 m. En las condiciones descritas y óptima calidad en los materiales y la ejecución del elemento constructivo, las flechas activas estarán por debajo de los 5 mm.
- Forjados reticulares, con cantos no inferiores a (36+4) cm y pilares de 35x35 cm de sección mínima y luz no superior a 7 m. En las condiciones descritas y óptima calidad en los materiales y la ejecución del elemento constructivo, las flechas activas estarán también por debajo de los 5 mm.

Con forjados unidireccionales de mayor luz, para los cantos habituales de 30-35 cm entramos en mayores riesgos de inestabilidad con flechas activas cercanas a los 10 mm.

Para los forjados reticulares, el grosor del canto es determinante para alcanzar un determinado nivel de deformación. Para pilares de 35x35 cm y luces de 7 m y una carga de cálculo de 8 kN/m<sup>2</sup>, la deformación en un punto central puede variar desde 1,5 mm [canto de (41+4) cm] a 4,5 mm [canto de (26+4) cm], lo que implicaría flechas activas de 3,3 mm y 9,9 mm respectivamente.

Como resumen, se puede indicar que los soportes estructurales estables otorgan estabilidad a las capas intermedias solidarias y no requieren de ninguna restricción en los materiales y técnicas de colocación.

Los soportes moderadamente inestables requieren de capas intermedias desolidarizadas como nuevo soporte de colocación, aunque excepcionalmente se pueda colocar en capa delgada con adhesivos deformables y en los soportes inestables se desaconseja la colocación por adherencia salvo que se disponga un nuevo soporte base.

### 6.1.2. Capas intermedias del soporte

Las capas intermedias constituyen sistemas multiestrato, con materiales de diversa naturaleza y comportamiento, que dan respuesta a varios requisitos funcionales:

- Otorgar el plano de entrega al solado, con la planitud y nivel idóneos para colocación por adherencia
- Conferir estabilidad al solado si se instalan materiales compresibles y/o el soporte base (solera de hormigón o forjado) es inestable
- Cumplir los requisitos de aislamiento acústico y/o térmico y/o impermeabilización que se especifican en el proyecto o se exigen en la reglamentación de la edificación
- Soportar las cargas dinámicas y estáticas de uso en la vida útil del edificio

En cualquier sistema cerámico se presentan diferentes capas adicionales al soporte estructural y en general, en el caso de los pavimentos cerámicos en interior residencial suelen ser más abundantes en número por los propios requerimientos normativos que establece el CTE. Tal como veremos en la clasificación de los sistemas cerámicos, podemos encontrar diferentes combinaciones de estas capas para dar lugar a las soluciones constructivas más sistemas más habituales en obra nueva y en rehabilitación.

Las capas intermedias que puede presentar un sistema cerámico se pueden dividir en dos apartados desde un punto de vista de la instalación. Tenemos por un lado, lo que denominamos capas de adecuación de las superficies y por otro lado, las capas que añaden funciones al sistema.

En el primer apartado, nos encontramos como capas de adecuación de las superficies, todas las actuaciones necesarias para la obtención de una superficie plana, estable, aplomada sobre elementos verticales o nivelada sobre horizontales, bien cohesionada y limpia, y compatible con la técnica de instalación del revestimiento cerámico.

Para los sistemas de revestimiento cerámico en particiones horizontales hay que destacar la importancia y complejidad de las capas de adecuación. De su correcta proyección y ejecución depende la calidad y durabilidad del pavimento. Como veremos más adelante, en muchas ocasiones los pavimentos cerámicos son sistemas multiestrato, con materiales de diversa naturaleza y comportamiento, que dan respuesta a varios requisitos funcionales. Se incluyen en este bloque el recrecido, la regularización, el reparto de cargas y la desolidarización.

Son actuaciones cada vez más necesarias para asegurar las condiciones de entrega para la colocación de baldosas y láminas cerámicas de formatos cada vez más grandes. En el caso de soportes verticales, son actuaciones realizadas in situ de forma artesanal. A pesar de no estar incluidas en el objeto de este estudio, diremos que la tendencia actual y de futuro es la sustitución de estas capas realizadas en la obra por materiales prefabricados e industrializados que aportan innumerables ventajas.

En el caso de capas de adecuación sobre soportes horizontales, hay una mayor presencia en el contexto de la tecnología edificatoria actual por la necesidad de recrecidos de regularización sobre los forjados realizados in situ ya que no podemos hablar de elementos estructurales prefabricados que puedan aportar soluciones funcionales. A esto habría que añadir la introducción de sistemas de trabajo, maquinaria y equipamiento para la ejecución de los recrecidos como el bombeo y regleado de morteros semisecos y autonivelantes de fabricación industrial que garantizan su comportamiento y prestaciones.

En el segundo apartado, nos encontramos un otro grupo de capas que añaden alguna función o prestación adicional al sistema más allá de la preparación y optimización para la colocación del revestimiento cerámico. En este grupo de capas con funciones específicas se encuentran los aislamientos térmicos y acústicos, las impermeabilizaciones, el drenaje, la barrera de vapor y la calefacción radiante.

En el conjunto del sistema cerámico puede tener una repercusión muy importante su estabilidad en términos de compresibilidad por las propias características de los materiales que pueden tener capacidad de reducir su volumen o espesor cuando se aplica una carga.

#### *6.1.2.1. Soleras de hormigón*

Se debe conocer el grado de estabilidad de las soleras para evitar sus consecuencias sobre el revestimiento cerámico. A los efectos de la retracción, se puede considerar la siguiente clasificación:

- Soporte estable compatible con adherencia rígida. Se pueden considerar soportes estables:
  - Al menos 6 meses de edad, curado en condiciones normales de temperatura y humedad (alrededor de 21-23°C y 55-60%HR).
  - Ausencia de fisuras abiertas no coincidentes con juntas de contracción.
  - De más de 4 meses de edad, maduradas en condiciones de alta humedad relativa (mayor al 75% HR)
- Soporte moderadamente inestable compatible con una adherencia deformable o muy deformable. Se puede considerar soportes moderadamente inestables:
  - Al menos 6 semanas de edad, maduradas en condiciones de alta humedad relativa (mayor al 75% HR) o en condiciones normales y que presenten una humedad superficial inferior al 1%, medida con higrómetro de carburo.

- Ausencia de fisuras abiertas no coincidentes con juntas de contracción.
- Soportes inestables, incompatibles con la colocación por adherencia directa, salvo el empleo de adhesivos muy deformables y compatibles con las condiciones de la solera entregada (previa confirmación del fabricante o proveedor). Se pueden considerar soportes inestables:
  - Menos de 6 semanas de edad o con humedades superficiales iguales o superiores al 1%, medida con higrómetro de carburo.
  - Soleras o capas de compresión fisuradas, sean cuales fueren su edad o las condiciones de curado.

La interposición de una capa de separación, desolidarizada con la solera, permite obviar la inestabilidad de este tipo de soporte, consecuencia de la retracción.

#### *6.1.2.2. Recrecidos. Capas de nivelación, reparto de cargas y soleras flotantes*

Los recrecidos en general se aplican sobre soportes estructurales horizontales o sobre otras capas dispuestas sobre aquéllos cuando no cumplen la exigencia de estabilidad (habitualmente por ser compresibles).

Es por tanto, una capa de mortero cementoso, a base de sulfato cálcico, resinas sintéticas, etc, aplicada in situ directamente sobre el soporte, fraguado o no, o bien sobre una capa intermedia o capa aislante, con el fin de lograr alcanzar una cota de nivel preestablecida (capa de regularización) o constituir un soporte apto para recibir el revestimiento cerámico. Los recrecidos también forman parte del soporte del revestimiento cerámico, asegurando, entre otras, la función de distribución de cargas y de refuerzo.

La capa de recrecido en los casos que hace la función de superficie de colocación debe cumplir una desviación de planitud inferior a 3 mm medidos en regla de dos metros para la colocación con adhesivos de baldosas cerámicas tradicionales y de 1.5 mm en regla de dos metros si se tiene que instalar lámina cerámica.

Los recrecidos también pueden incorporar la función de regularización cuando se terminan con unas condiciones de planitud superficial que permitan colocar directamente el adhesivo para recibir a las baldosas cerámicas. Como veremos en la definición de los sistemas, a mayor formato y menor espesor de las baldosas, especialmente en el caso de láminas cerámicas, mayor importancia de la ejecución de una regularización exhaustiva posteriormente.

Los recrecidos para revestimientos cerámicos pueden ser monolíticos o flotantes. Los recrecidos monolíticos son recrecidos adheridos al soporte mediante la aplicación previa de un promotor de adherencia adecuado. La adherencia es obligada en el caso de recrecidos de poco espesor (<40 mm). Los soportes que van a recibir los recrecidos adheridos deben contar con unos niveles de resistencia mecánica adecuados, ser dimensionalmente estables según lo indicado en el apartado anterior y estar libres de sustancias contaminantes.

Para ejecutar las capas de recrecidos monolíticos, el mortero se seleccionará según su clase resistente, en función del uso del pavimento y su espesor, y de las condiciones de planitud del soporte. Tal como se establece en la tabla 9 de la Norma UNE 138002, para el caso de pavimentos interiores de uso residencial se seleccionará un mortero según UNE-EN 13813 de con clase resistente igual o mayor C16 F3 con un espesor de la capa de recrecido de entre 5 y 40 mm.

Los recrecidos flotantes son recrecidos desolidarizados ejecutados sobre una capa que cumple la función de aislamiento acústico o térmico. Debido a la compresibilidad característica de los materiales de aislamiento, los recrecidos flotantes se deben dimensionar correctamente para evitar fenómenos de

rotura por flexión y facilitar la distribución de las cargas. Los recrecidos flotantes requieren la instalación de una junta perimetral.

En el caso de recrecidos flotantes, los ejecutados sobre una capa de aislamiento acústico o térmico, debido a la compresibilidad de estos materiales, su dimensionamiento debe considerar esta característica. Por ello, se debe consultar al fabricante del aislante la clase resistente del mortero de recrecido, su espesor mínimo y si es necesario armar la capa con una malla electrosoldada.

Tal como se establece en la Norma UNE 138002, para el caso de pavimentos interiores de uso residencial se seleccionará un mortero según UNE-EN 13813 de con clase resistente igual o mayor C16 F3 con un espesor de la capa de recrecido superior a 50 mm.

Según la función específica asignada a cada capa intermedia, tenemos las siguientes posibilidades:

- Capa de nivelación: es la capa de regularización que sólo debe soportar las cargas normales de uso en viviendas y que sólo tiene por objeto alcanzar una cota de entrega de la superficie de colocación u obtener una superficie con pendiente.
- Capa de reparto de cargas, también denominadas capas de compresión: son capas de regularización que deben soportar cargas dinámicas u estáticas superiores a las asignadas a la edificación residencial, caracterizadas por su resistencia a la compresión y a la flexotracción en algunos casos. En estas capas se alcanza la resistencia mecánica demandada mediante la composición del hormigón o mortero, el grosor de la capa aplicada y la inclusión en algunos casos de una armadura.

Si no hay otras capas, las de nivelación y reparto de cargas se consideran solidarias con el soporte estructural sobre el que se asientan. Cuando se interponen otras capas no adheridas o ancladas (como aislamientos, impermeabilizaciones de láminas o prefabricadas, u otros materiales), se requiere una capa de desolidarización.

- Solera flotante. Es una nueva base rígida e independiente o desvinculada del soporte base que asegurará la estabilidad del pavimento, tanto frente a la inestabilidad del soporte base como, en su caso, frente a la compresibilidad (también un tipo de inestabilidad) de otras capas intermedias. A su vez, la solera flotante es capa de nivelación o reparto en función de la resistencia mecánica requerida.

Estas capas se concretan en la disposición de una capa de mortero que otorgue la obtención de una superficie nivelada, bien cohesionada y limpia.

Esquema de las capas de regularización sobre soportes horizontales (recrecidos):

- Monolíticos (vinculados al soporte base)
  - o Capa de nivelación (sin requisitos especiales de resistencia mecánica)
  - o Capa de reparto de cargas (con alta resistencia mecánica)
- Desolidarizados (no vinculados al soporte base)
  - o Solera flotante (con o sin requisitos especiales de resistencia mecánica)

En general, en el caso de capas de regularización, recrecidos para nivelación, reparto de cargas o solera flotante, se consideran soportes de colocación estables aquellos con un tiempo de maduración superior a 28 días o el equivalente a una semana por centímetro de espesor en morteros y hormigones de

cemento/cal endurecidos en condiciones normales de temperatura y humedad relativa (alrededor de 23 °C y 65% HR), así como humedad superficial inferior al 1%.

También se puede utilizar morteros especialmente formulados para dar tiempos de maduración inferiores a 28 días según especificaciones del fabricante. Progresivamente se han introducido los morteros industriales para recrecidos. Interesantes para evitar las deformaciones de la solera flotante cuando el secado y endurecimiento no es uniforme, porque por debajo de la solera tengamos un material inabsorbente. Algunos están formulados con aglomerantes orgánicos, alcanzando con ello prestaciones elevadas y una cierta capacidad deformable. Todos están diseñados para alcanzar óptimas resistencias mecánicas

Soportes moderadamente estables, que admiten la colocación con adhesivos deformables, se consideran aquellos con tiempos de maduración superior a 7 días y humedad superficial inferior al 1%. Soportes inestables, en los que se desaconseja la colocación por adherencia, son aquellos con tiempo de maduración inferior a 7 días, humedades superficiales superiores al 1% o capas fisuradas.

En uso interior residencial, la clase de resistencia a compresión del mortero de recrecido es mínimo C16 (N/mm<sup>2</sup>) y la clase de resistencia a flexión F3 (N/mm<sup>2</sup>) según UNE-EN 13813<sup>5</sup>. Si se trata de un recrecido monolítico, el espesor de la capa varía entre 5 y 40 mm. En el caso de recrecido flotante, el espesor de la capa de reparto de cargas debe ser igual o superior a 50 mm.

En uso interior público y comercial zonas peatonales, la clase de resistencia a compresión del mortero de recrecido es mínimo C20 (N/mm<sup>2</sup>) y la clase de resistencia a flexión F3 (N/mm<sup>2</sup>) según UNE-EN 13813. Si se trata de un recrecido monolítico, el espesor de la capa varía entre 5 y 40 mm. En el caso de recrecido flotante, el espesor de la capa de reparto de cargas debe ser igual o superior a 60 mm.

La característica más importante de estas capas intermedias, realizadas con conglomerados de cemento/cal, sulfato cálcico (anhidrita) o magnesia es la estabilidad, directamente relacionada con la madurez de la capa y la uniformidad con el que se desarrollan los procesos de secado e hidratación del conglomerante.

Cuando el sistema no tiene la estabilidad suficiente provoca, a corto o medio plazo, la mayoría de las principales disfunciones de los pavimentos: fisuración, despegues y levantamientos. Con capas de nivelación monolíticas con el soporte base y soleras flotantes sobre arena o materiales absorbentes tenemos asegurada la estabilidad si se cumplen las condiciones indicadas anteriormente y teniendo la precaución de proteger la capa de condiciones climáticas adversas en la primera fase de endurecimiento o procediendo a su periódica humectación.

Sin embargo, sobre superficies no absorbentes (como es el caso de materiales sintéticos para aislamiento o impermeabilización o como capa de desolidarización o separación) no se cumple el requisito de uniformidad durante el desarrollo de los procesos de secado e hidratación, que serán más lentos y provocarán cambios dimensionales en el plano entregado.

La utilización de productos especiales (morteros semisecos, autonivelantes de calidad y morteros que garantizan la completa hidratación y secado por "cristalización"), si bien reducen los tiempos de maduración y también la retracción, no evitan las deformaciones por desuniformidad.

Son recomendaciones generales para la consecución de estabilidad en el momento de ejecutar el pavimento:

---

<sup>5</sup> UNE-EN 13813:2014 Mortero para recrecidos y acabados de suelos. Propiedades y requisitos.

- Respetar los tiempos mínimos de maduración recomendados para cada mortero bajo las condiciones ambientales previstas y los grosores de capa a ejecutar
- Seleccionar morteros industriales garantizados, respetando escrupulosamente las directrices de almacenamiento, manipulación, preparación, aplicación y curado.
- Para los morteros preparados *in situ* respetar las recomendaciones que aseguren la mínima retracción sin penalizar la resistencia mecánica y la trabajabilidad, en cuanto a composición (clase de cemento, relación cemento:árido, calidad y distribución granulométrica del árido y relación agua:cemento, por debajo de 0,5)
- En soleras de grosores superiores a los 45-50 mm valorar la ejecución en dos capas, la incorporación de fibras (por ejemplo, polipropileno) o la instalación de mallazo en su centro
- Controlar la humedad superficial ante dudas sobre su madurez. El control debe efectuarse siempre con higrómetro de carburo

La característica de resistencia mecánica se alcanza con la composición de los hormigones y morteros, el grosor total y número de capas en la ejecución, y la incorporación de refuerzos, desde fibras hasta mallazos electrosoldados de acero.

### 6.1.2.3. Capas funcionales

Los estratos o capas funcionales, otorgan una o varias funciones (como atributos o prestaciones) al sistema de recubrimiento, que ni el soporte estructural ni el acabado rígido modular son capaces de ofrecer (por ejemplo, aislamientos e impermeabilización), aunque sí lo pueden otorgar los estratos de adecuación de las superficies (por ejemplo, una solera de nivelación con capacidad fonoaislante al ruido de impacto).

En el apartado anterior se ha indicado la disposición de una nueva capa resistente desvinculada del soporte estructural cuando se interponen materiales que no presentan suficiente estabilidad para recibir el recubrimiento.

Generalmente, estos materiales “inestables” son los aislamientos y algunos tipos de impermeabilización. Tienen la consideración de materiales en pocos casos, pues la mayoría se consideran productos industriales acabados y listos para su instalación en obra.

### Reparto de cargas

La capa de reparto de cargas, también denominada capas de compresión, es una capa de regularización que debe soportar cargas dinámicas u estáticas superiores a las asignadas a la edificación residencial, caracterizadas por su resistencia a la compresión y a la flexotracción en algunos casos. Por sus propias características y funciones, no suele ser necesaria en el caso de pavimentos interiores de uso residencial sin especificaciones de resistencia mecánica adicionales.

En estas capas se alcanza la resistencia mecánica demandada mediante la composición del hormigón o mortero, el grosor de la capa aplicada y la inclusión en algunos casos de una armadura para evitar la fisuración, rotura y/o la deformación del revestimiento cerámico.

Esta capa intermedia suele ser flotante, muy sólida y rígida, con o sin mallazo intermedio según proyecto y se debe realizar con hormigón según la UNE-EN 206-1 o con morteros que cumplan la UNE-EN 13813 según las solicitaciones a las que se ve sometido el pavimento.

La capa de reparto de cargas se considera solidaria con el soporte estructural sobre el que se asientan cuando no hay otras capas adicionales. Cuando se interponen otras capas no adheridas o ancladas (como

aislamientos, impermeabilizaciones de láminas o prefabricadas, u otros materiales), se requiere una capa de desolidarización.

### Desolidarización

En la edificación actual con la reducción de los tiempos de ejecución y entrega, la una oferta de baldosas cerámicas de formatos cada vez más grandes hace muy necesario la ejecución de este tipo de capas. Se consigue con la desolidarización la aparición de patologías provocadas, entre otras causas, por los distintos movimientos entre los soportes y los revestimientos cerámicos.

Es aconsejable la utilización de algún sistema o variante de desolidarización sobre los soportes sujetos a movimientos, originados por fisuras, inestabilidad dimensional, cambios de humedad o temperatura. La desolidarización puede realizarse como recocado desolidarizado o como capa de desolidarización en contacto con el revestimiento cerámico.

En el primer caso, el recocado desolidarizado actúa como solera flotante, es decir, constituye una nueva base rígida e independiente (no monolítica) o desvinculada del soporte base que asegurará la estabilidad del pavimento cerámico, tanto frente a la inestabilidad del soporte base como, en su caso, frente a la compresibilidad (también un tipo de inestabilidad) de otras capas intermedias. A su vez, la solera flotante es capa de nivelación o reparto en función de la resistencia mecánica requerida. Esta capa siempre debe tener un espesor superior a 50 mm. Se debe realizar previa interposición de una capa de separación horizontal (que en algunos casos hace las funciones de barrera de vapor). Los recocados desolidarizados requieren la instalación de una junta perimetral.

En el segundo caso, se trata de una capa funcional, generalmente realizada con membranas en láminas compuestas de uno o más materiales, a menudo de naturaleza polimérica. Cuando la membrana va acoplada a un geotextil o bien presenta un acentuado relieve, la membrana es apta para la colocación en contacto directo con el revestimiento cerámico a través de adhesivos cementosos. Las membranas pueden llegar a tener un comportamiento de absorción de tensiones tridimensional, sin que se desprenda el revestimiento del soporte. Además, las capas de desolidarización pueden aportar diversas funciones adicionales, tales como: impermeabilización, drenaje, control de la presión de vapor, aislamiento térmico y acústico a ruido de impacto.

### Aislamiento térmico y acústico

Una capa aislante es la que tiene la función de limitar el flujo a través de ella, ya sea de calor, sonido o humedad. Generalmente, los aislamientos y algunos tipos de impermeabilización están ejecutadas con materiales que pueden llegar a considerarse inestables. En la construcción actual se consideran productos industriales acabados y listos para su instalación en obra. En ocasiones, se comercializan como "kits", como sistemas o conjunto de productos para resolver situaciones concretas (paso de tuberías, desagües y sumideros, canalizaciones diversas, etc.).

Como productos especializados están bien caracterizados en normas, no obstante, debemos controlar la compresibilidad de estas capas, es decir, la capacidad que tiene el material de deformarse (normalmente, reduciendo su volumen, medido por la pérdida de espesor) cuando se aplica una carga (un peso por unidad de superficie) equivalente a una presión (fuerza – el peso – por unidad de superficie).

Para el buen acabado del sistema cerámico nos interesa cuantificar la compresibilidad desde el punto de vista de la disminución de grosor de la capa del material a largo plazo para evitar que sus propiedades se reduzcan y se comprometa la durabilidad del recubrimiento.

Para el diseño del sistema cerámico con materiales aislantes se puede seguir las recomendaciones de las normas alemanas DIN 13162 y DIN 13163 y de la norma francesa NF P61-2003 (Puesta en obra de capas aislantes bajo placa o solera flotante y bajo solado rígido modular).

En materiales fonoaislantes (especialmente al ruido de impacto), para instalar en solados entre locales habitados, seleccionar productos industriales ya diseñados para recibir un pavimento rígido modular por adherencia. En su defecto, seleccionar otros productos de baja compresibilidad, para los que el proveedor o fabricante nos garantice una pérdida de grosor a 10 años menor a 0,5 mm y que sea compatible con la colocación con adhesivos, cumpliendo el requisito de amortiguación acústica.

Si se seleccionan productos de compresibilidad media, que den pérdidas de grosor inferiores o iguales a 2 mm, se debe disponer sobre ellos siempre una solera flotante en pavimentos y capa de refuerzo con malla de fibra de vidrio en revestimientos.

En materiales termoaislantes, que suelen ser de media o alta compresibilidad, siempre es necesario disponer solera flotante para instalar un pavimento cerámico. Cuanto menor sea la compresibilidad, mayores garantías de estabilidad y también de conservar las propiedades de aislamiento térmico. Así, si podemos, seleccionaremos productos cuya fluencia a 10 años de pérdidas de grosor iguales o menores a 2 mm.

Para el caso de las soluciones para la capa de aislamiento térmico y acústico en pavimentos interiores de uso residencial, podemos recurrir a las siguientes variantes:

Por un lado, tenemos los aislamientos acústicos de baja compresibilidad. Tal vez la solución constructiva más recurrida en los revestimientos cerámicos fonoaislantes en proyectos de rehabilitación, reformas y proyectos de obra nueva en los que están hay limitaciones impuestas por la altura libre disponible.

Para su ejecución se requiere un soporte plano y nivelado y se ejecutan con productos industriales que cumplan los requisitos de baja compresibilidad, incluso a largo plazo bajo fluencia a compresión, capacidad fonoaislante al ruido de impacto mínima según normas y reglamentos, impermeables o de baja capacidad de absorción de agua, y superficie químicamente compatible con la colocación de baldosas por adherencia en capa delgada.

Estos materiales son aptos para pavimentos de tránsito moderado y ausencia de cargas dinámicas y estáticas. Existe una oferta comercial muy amplia, en ocasiones acompañada de materiales para la instalación de las baldosas cerámicas. Se comercializan en láminas y placas con grosores siempre inferiores a los 10 mm, se instalan por adherencia con adhesivos compatibles y preferiblemente deformables, complementados con bandas perimetrales y cintas para la protección de juntas.

Podemos encontrar en esta categoría materiales muy diversos, abundando los laminados multiestrato con diversos materiales (polietileno, alquitrán armado con fibra de vidrio, corcho prensado y con tratamiento antihumedad, algodón y poliéster prensado, etc.).

Conocer su resistencia al fuego puesto que se instalan sin recrido de protección. También es aconsejable contar con información sobre su reciclabilidad y nula emisión de compuestos volátiles.

Para su correcta instalación debemos colocar las láminas en diagonal respecto a la trama de juntas de las baldosas con adhesivo cementoso deformable, sobre una superficie de colocación plana y nivelada ( $\pm 3$  mm de desviación máxima controlada con regla de 2 m en todas las direcciones). En el proceso de instalación de las láminas fonoaislantes se instalan también las bandas elásticas que evitarán los puentes acústicos en los encuentros con elementos constructivos que se interponen. A las 12-24 horas pueden sellarse las juntas entre láminas para evitar la penetración del adhesivo en el proceso de colocación de las

balosas. En la mayoría de las soluciones, el grosor del aislamiento, las baldosas y los adhesivos no penaliza en más de 20 mm la altura libre de la estancia.

Por otro lado, recrecidos monolíticos y soleras flotantes con propiedades aislantes que se pueden conseguir mediante aditivación del hormigón o mortero de arcilla expandida, corcho o caucho mizado; como en la versión innovada de una nueva generación de morteros fluidizados que incorporan materiales aislantes procedentes de reciclados y que reúnen las características de: ejecución industrial mediante bombeo, propiedades autonivelantes y antifisuración, muy reducido tiempo de maduración y una cierta capacidad fonoaislante al ruido de impacto. Suelen ser soluciones con elevado coste y su repercusión en el mercado inferior.

Una tercera opción son los aislamientos bajo solera flotante. Una parte importante de los materiales de aislamiento acústico y térmico precisan solera flotante si su uso consiste en pavimento pisable. La solución constructiva requiere:

Una capa de regularización superficial del soporte base entregado, en el caso de que la planitud y el nivel no sean idóneos a la instalación de los materiales aislantes. Posteriormente, una barrera al vapor de agua allá donde se prevea migración del vapor hacia los aislamientos desde espacios interiores con mayor presión de vapor. Capa de enrasado en el caso de instalaciones por el suelo, que se resuelve con un mortero de composición descrito en normas o bien con aislamiento térmico (es la única variante en la que el aislamiento térmico se coloca primero).

A continuación, se coloca la capa de aislamiento acústico y las bandas perimetrales para evitar los puentes acústicos y/o térmicos, al menos hasta la altura o nivel del recubrimiento final. Seguidamente la capa de aislamiento térmico sobre la de aislamiento acústico (caso de doble aislamiento), sobre la capa de enrasado de las instalaciones, sobre la barrera de vapor o sobre el soporte base entregado. Después se dispondrá un film de protección de los aislamientos frente a la humedad aportada por los morteros de recrecido, que será una capa impermeable si para la solera flotante se emplean morteros fluidizados.

Ya está en condiciones de ejecutarse la solera flotante como recrecido de protección de los aislamientos y base rígida del pavimento cerámico, armada o sin armar en función de las cargas dinámicas y estáticas previstas.

Sobre solera flotante madura y estable (o moderadamente inestable) se colocará el pavimento cerámico con adhesivo (que será deformable ante recrecidos moderadamente inestables).

Sobre las capas aislantes se dispone una lámina de protección contra el ataque alcalino de los morteros, también para evitar la penetración entre juntas. Con materiales porosos y en la ejecución de soleras con autonivelantes, esta protección debe ser una verdadera impermeabilización.

Otra observación importante en solados fonoaislantes: la entrega a elementos constructivos que se interpongan y el paso de tuberías deben evitar la formación de puentes acústicos por los que se transmita el ruido de impacto.

### Drenaje

El drenaje es una capa que permite y facilita el flujo del agua para su evacuación fuera del sistema cerámico. La capa de drenaje tiene la función de evacuar el agua y otros líquidos que pudieran penetrar en el pavimento, evitando el deterioro del sistema, bien sea por estancamiento del agua, formación de eflorescencias o helada. Es por tanto una capa muy recomendable para pavimentos exteriores sometidos a precipitaciones. Esta capa se contempla en la Norma UNE 138002 pero no se utiliza generalmente para sistemas cerámicos en pavimentos interiores residenciales.

La capa de drenaje se puede realizar con membranas de láminas específicas de drenaje y/o con áridos lavados de granulometría controlada. En su caso, serán necesarias capas de protección o reparto de cargas.

Cuando la impermeabilización del sistema se realice bajo el recrecido o formación de pendientes, se debe colocar una capa de drenaje sobre la capa de impermeabilización con un sistema adecuado de desagüe.

### Barrera de vapor

En pavimentos, la realización de la capa de barrera de vapor es aconsejable para evitar el remonte de humedades que puedan provocar manchas y eflorescencias en las juntas, y es obligatoria en zonas con riesgo de helada.

Una barrera de vapor se puede realizar con materiales de baja permeabilidad al vapor de agua, como pueden ser láminas bituminosas, láminas de caucho, láminas de polietileno de bajo espesor, láminas de papel kraft-polietileno, geotextiles específicos, etc.

La barrera de vapor se debe colocar en el lado caliente del cerramiento para evitar el paso de vapor hacia el aislante, permitiendo así que éste se mantenga seco. También se debe tener especial cuidado en perímetros, juntas, solapes e intersecciones.

Existen diferentes soluciones a utilizar en las capas funcionales:

- Recrecidos “industriales” solidarios (monolíticos) con el soporte estructural, con propiedades fonoaislantes y termoaislantes
- Productos industriales con niveles determinados de amortiguación acústica y aptos para la colocación directa por adherencia de un pavimento (baja compresibilidad)
- Productos industriales de media compresibilidad para aislamiento térmico
- Productos industriales de elevada compresibilidad (lanas, mantas minerales,...) para aislamiento térmico

También hay que añadir diferentes tipos de tratamientos superficiales o imprimaciones para proteger el soporte estructural (por ejemplo, protección frente a la humedad), otorgar cohesión, regular la porosidad de la superficie, o establecer un puente de adherencia que haga compatible el material de agarre con la superficie del soporte.

Se asocia la estabilidad de estas capas al parámetro compresibilidad; es decir, la capacidad que tiene el material de deformarse (normalmente, reduciendo su volumen, medido por la pérdida de espesor) cuando se aplica una carga (un peso por unidad de superficie).

- Capas estables (de baja compresibilidad). Admiten la colocación en capa delgada con adhesivos deformables en solados. Se trata de materiales naturales o sintéticos, o productos industriales, empleados como capas de aislamiento, sistemas de impermeabilización y drenaje, o sistemas de calefacción/refrigeración con una compresibilidad que dé reducción de espesor menor a 0,5 mm frente a cargas en 10 años.
- Capas moderadamente inestables (de media compresibilidad). Precisan solera flotante en solados. Se trata de mismos materiales, productos y usos, que presenten compresibilidades medias, con reducción de espesor igual o mayor a 0,5 mm y menor o igual a 2 mm.
- Capas inestables (de alta compresibilidad). No recomendable la colocación por adherencia directa en pavimentos. Se trata de mismos materiales, productos y usos, que presenten compresibilidades elevadas, con reducción de espesor mayor de 2 mm.

Aspectos a tener en cuenta en la instalación de baldosas por adherencia en un sistema con capas funcionales son:

- En materiales fonoaislantes (especialmente al ruido de impacto), para instalar en solados entre locales habitados, seleccionar productos industriales ya diseñados para recibir un pavimento rígido modular por adherencia.
- Seleccionar otros productos de baja compresibilidad, para los que el proveedor o fabricante nos garantice una pérdida de grosor a 10 años menor a 0,5 mm y que sea compatible con la colocación en capa fina, cumpliendo el requisito de amortiguación acústica.
- En materiales *termoaislantes*, que suelen ser de media o alta compresibilidad, siempre es necesario disponer solera flotante para instalar un pavimento cerámico. Cuanto menor sea la compresibilidad, mayores garantías de estabilidad y también de conservar las propiedades de aislamiento térmico. Así, si podemos, seleccionaremos productos cuya fluencia a 10 años dé pérdidas de grosor iguales o menores a 2 mm.
- En materiales, productos y sistemas de *impermeabilización* no cuenta la compresibilidad si se trata de membranas líquidas o láminas. En sistemas o kits hay que asegurarse si la impermeabilización más el drenaje son compatibles con la colocación en capa delgada con adhesivo.
- Los sistemas de *calefacción/refrigeración* desde el suelo siempre incorporan aislamiento térmico por debajo, por lo que precisan solera flotante.

A continuación, se describen los sistemas de capas funcionales más interesantes:

#### Recrecidos monolíticos y soleras flotantes con propiedades aislantes

Tanto en la versión tradicional de aditar a un hormigón o mortero arcilla expandida, corcho o caucho migado; como en la versión innovada de una nueva generación de morteros fluidizados que incorporan materiales aislantes procedentes de reciclados y que reúnen las características de: ejecución industrial mediante bombeo, propiedades autonivelantes y antifisuración, muy reducido tiempo de maduración y una cierta capacidad fonoaislante al ruido de impacto. Por su elevado precio su uso está limitado a ejecuciones especiales. Estos mismos recrecidos se pueden emplear en soleras flotantes.

#### Aislamientos acústicos de baja compresibilidad

Solución interesante cuando los recrecidos están comprometidos por las limitaciones impuestas por la altura libre disponible.

Precisan soportes planos y nivelados, productos industriales que cumplan los requisitos de baja compresibilidad, incluso a largo plazo bajo fluencia a compresión, capacidad fonoaislante al ruido de impacto, impermeables o de baja capacidad de absorción de agua, y superficie químicamente compatible con la colocación de baldosas por adherencia en capa delgada.

Están reservados a solados de tránsito moderado y ausencia de cargas dinámicas y estáticas por encima de 5 kPa (500 Kg/m<sup>2</sup>).

Se trata de láminas y placas con grosores siempre inferiores a los 10 mm, se instalan por adherencia en capa delgada (con adhesivos compatibles y preferiblemente deformables), complementados con bandas perimetrales y cintas para la protección de juntas.

Se fabrican con materiales muy diversos, abundando los laminados multiestrato con diversos materiales (polietileno, alquitrán armado con fibra de vidrio, corcho prensado y con tratamiento antihumedad, algodón y poliéster prensado, etc.).

Se instalan sin recreado (solera flotante) de protección, y en diagonal respecto a la trama de juntas de las baldosas con adhesivo cementoso deformable, sobre una superficie de colocación plana y nivelada ( $\pm 3$  mm de desviación máxima controlada con regla de 2 m en todas las direcciones).

### Aislamiento bajo solera flotante

Una parte de productos fonoaislantes (al ruido aéreo y al impacto) y todos los aislantes térmicos precisan solera flotante si van destinados a pavimento pisable.

Los *recrecidos fonoaislantes*, *termoaislantes*, o con aislamiento acústico y térmico simultáneamente, contemplan una solución constructiva que incorpora:

- Una capa de regularización superficial del soporte base entregado, en el caso de que la planitud y el nivel no sean idóneos a la instalación de los materiales aislantes.
- Una barrera al vapor de agua allá donde se prevea migración del vapor hacia los aislamientos desde espacios interiores con mayor presión de vapor
- Capa de enrasado en el caso de instalaciones por el suelo, que se resuelve con un mortero de composición descrito en normas o bien con aislamiento térmico (es la única variante en la que el aislamiento térmico se coloca primero)
- La capa de aislamiento acústico y las bandas perimetrales para evitar los puentes acústicos y/o térmicos, al menos hasta la altura o nivel del recubrimiento final
- La capa de aislamiento térmico sobre la de aislamiento acústico (caso de doble aislamiento), sobre la capa de enrasado de las instalaciones, sobre la barrera de vapor o sobre el soporte base entregado
- Un film de protección de los aislamientos frente a la humedad aportada por los morteros de recreado, que será una capa impermeable si para la solera flotante se emplean morteros fluidizados
- La *solera flotante*, como recreado de protección de los aislamientos y base rígida del solado cerámico armada o sin armar en función de las cargas dinámicas y estáticas previstas, que puede recibir directamente el solado "al tendido", si es compatible
- Sobre solera flotante madura y estable (o moderadamente inestable) se colocará el pavimento

Sobre las capas aislantes se dispone una lámina de protección contra el ataque alcalino de los morteros, también para evitar la penetración entre juntas. Con materiales porosos y en la ejecución de soleras con autonivelantes, esta protección debe ser una verdadera impermeabilización.

Otra observación importante en solados fonoaislantes: la entrega a elementos constructivos que se interpongan y el paso de tuberías deben evitar la formación de puentes acústicos por los que se transmita el ruido de impacto.

### Impermeabilización

En los sistemas de revestimiento cerámico la impermeabilización y, en su caso el drenaje, protegen al soporte base, los recrecidos y los aislamientos, pero también al material de agarre y las baldosas

cerámicas de agresiones internas (transporte, deposición y cristalización de sales solubles) y externas (fundamentalmente de la acción destructiva de ciclos de hielo/deshielo en el seno del sistema de recubrimiento). En este caso, no vamos a profundizar en esta capa funcional puesto que su uso en pavimentos de interior en uso residencial es bastante testimonial y se reduce zonas muy concretas de los baños.

Las baldosas cerámicas, los morteros o adhesivos y el material de rejuntado de un revestimiento cerámico no garantizan por sí mismos la impermeabilización de la superficie revestida. Por ello, se debe disponer una capa específica para esta finalidad, que puede estar constituida por una membrana o lámina impermeable. En general, los sistemas prefabricados sustituyen progresivamente a las ejecuciones artesanales con barreras de vapor, aislamientos, drenaje, solera flotante y embolsado.

Las membranas impermeables pueden ser de naturaleza cementosa modificada con polímeros, de polímeros en dispersión, o de resinas reactivas y, cuando van a ir revestidas por cerámica, se rigen por lo especificado en la norma UNE-EN 14891.

Las membranas líquidas, también denominadas extensibles por aplicarse mediante brocha o rodillo, en aplicaciones de interior sobre soportes estables o moderadamente inestables y compatibles con su fijación por adherencia. Este tipo de impermeabilización está en contacto con la baldosa cerámica y actúa de forma solidaria.

Las membranas en láminas son capas de uno o más materiales, que pueden aunar varias funciones además de la de impermeabilización. Cuando la membrana va acoplada a una capa geotextil o bien presenta un acentuado relieve, la capa es apta para la colocación en contacto directo con el revestimiento cerámico a través de adhesivos cementosos.

En general, no es conveniente el encolado directo del revestimiento cerámico sobre láminas impermeabilizantes bituminosas, de PVC, EPDM, polietileno, etc., salvo interposición de capas o tratamientos específicos sobre estos materiales que los hagan aptos para ello. Los distintos sistemas de impermeabilización se aplican siguiendo en todo momento las instrucciones del fabricante.

En zonas húmedas y/o con riesgo de helada, se debe realizar la impermeabilización por encima de la capa de regularización y, a continuación, se debe proceder a la colocación del revestimiento cerámico previa comprobación de su compatibilidad según el fabricante.

Según la modalidad de instalación, podemos ejecutar una impermeabilización por debajo del mortero de recrecido realizada con membranas en láminas compuestas de uno o más materiales o una impermeabilización en contacto con el revestimiento cerámico: capa funcional realizada con membranas en láminas compuestas de uno o más materiales, a menudo de naturaleza polimérica o, membranas aplicadas en estado líquido.

La impermeabilización y, en su caso el drenaje, protegen al soporte base, los recrecidos y los aislamientos, pero también al material de agarre y el embaldosado de agresiones internas (transporte, deposición y cristalización de sales solubles) y externas (fundamentalmente de la acción destructiva de ciclos de hielo/deshielo en el seno del sistema de recubrimiento). Eventualmente también de aceites y/o agentes ácidos o alcalinos.

Se contemplan los siguientes tipos de impermeabilización:

Membranas líquidas, también denominadas *extensibles* por aplicarse mediante brocha o rodillo, en aplicaciones de interior sobre soportes estables (sin riesgo de fisuración o que las fisuras no presenten

anchuras superiores a 0,5 mm) o moderadamente inestables y compatibles con su fijación por adherencia. A su vez, reciben el embaldosado por adherencia siendo solidarias con él.

Las membranas impermeables pueden ser de naturaleza cementosa modificada con polímeros, de polímeros en dispersión, o de resinas reactivas y, cuando van a ir revestidas por cerámica, se rigen por lo especificado en la Norma UNE-EN 14891.

En forma de láminas, como revestimiento flexible, con diferentes materiales (bituminosos, elastoméricos o plásticos) suministrados en rollos y habitualmente instalados por adherencia. Cuando la membrana va acoplada a una capa geotextil (con capacidad para contribuir al secado/endurecimiento de los recrecidos) o bien presenta un acentuado relieve, admite también la colocación directa de las baldosas mediante adhesivos compatibles; otros requieren capa de protección previa a la colocación del recubrimiento, en forma de solera flotante en solados. Son aptas sobre soportes y capas ligeramente inestables o que presenten riesgo de fisuración.

Sistemas prefabricados, entendidos como conjunto de productos que resuelven todos los requerimientos de estanqueidad, drenaje/evacuación y entrega a los elementos constructivos que se interponen y que se ensamblan en obra siguiendo las instrucciones del fabricante.

La selección del sistema de impermeabilización y, en su caso, drenaje, es en función de múltiples factores:

- La modalidad e intensidad de exposición al agua y la humedad
- La existencia de presión interior y/o exterior a la membrana impermeable
- La necesidad de permitir o evitar el paso de vapor
- La naturaleza y estabilidad de los soportes en el caso de membranas adheridas
- Los grosores disponibles para recrecidos hasta cota de entrega
- La compatibilidad entre materiales en membranas solidarias con la baldosa (del material de agarre con la membrana)

Las premisas generales respecto a la colocación son:

- Colocación en capa delgada con adhesivos compatibles sobre impermeabilización líquida solidaria
- Igualmente, con membranas ejecutadas con láminas flexibles si son de baja compresibilidad, admiten la colocación solidaria y no precisan drenaje por escorrentía
- Colocación en la modalidad de *solera flotante* sobre la impermeabilización y, en su caso, drenaje. Es decir, la ejecución de un recrecido desolidarizado que después recubrirá el embaldosado, normalmente en capa delgada con adhesivo. Esta opción es la idónea sobre todos los tipos de impermeabilización que precisan *protección*, incluyen materiales compresibles o incompatibles con la colocación solidaria

### Calefacción radiante desde el suelo

Más que como capa intermedia *complementaria* al sistema, la calefacción radiante debe considerarse como una solución constructiva.

La calefacción radiante a través del pavimento es un sistema de transmisión del calor a baja temperatura, mediante conducción-convección desde un foco de calor hasta una superficie emisora, en este caso el pavimento cerámico.

El sistema básico de calefacción radiante sobre un soporte plano, nivelado y entregado a cota, incorpora un aislamiento térmico, un elemento calefactor y una superficie de acabado. Distingue dos grandes variantes según el elemento calefactor:

- Los sistemas radiantes por agua caliente a baja temperatura (30-50°C), circulando por serpentines
- Los sistemas radiantes por cable eléctrico que disipa energía por efecto Joule y que también se dispone en serpentines, con las resistencias eléctricas envainadas para su protección

Los sistemas radiantes por agua caliente presentan diferentes variantes en función de las condiciones de entrega del soporte estructural, normalmente un forjado o una solera de hormigón, en cuanto a la necesidad de incorporar una capa de nivelación que otorgue la planitud y nivel para instalar el sistema de calefacción radiante y contemplar una capa específica para albergar instalaciones por debajo de la calefacción radiante

Además de estas variantes, se establecen dos tipos de solución constructiva según se proyecte una solera flotante o no sobre el sistema de calefacción:

- o Sobre el soporte plano y nivelado se instala el aislamiento térmico y una capa de protección. Sobre esta última se instalan los serpentines para la circulación de agua con los soportes de sujeción o bien las placas con tetones que asumen la doble función de aislamiento y sujeción de las tuberías. Por último, se ejecuta la solera que recibirá el pavimento.
- o Capa de desolidarización sobre una primera capa que alberga las tuberías y una solera flotante que recibirá el pavimento.

Existe un tercer tipo en el que las tuberías están enrasadas con la capa protectora del aislamiento térmico y embebidas en él. Sobre las tuberías se instalan placas conductoras (difusores térmicos), la capa de protección y desolidarización y la solera flotante.

## 6.2. Adecuación de la superficie de colocación de las baldosas

La superficie de colocación es la capa que recibe el material de agarre para adherir las baldosas cerámicas del revestimiento o, en su defecto, la cara vista del soporte estructural o elemento constructivo sobre el que se instalará el recubrimiento si no hay ninguna capa intermedia (como en soleras de compresión de un forjado para instalar "al tendido"). Esta superficie condiciona el acabado (planitud, nivel o aplomado) e interacciona directamente con el material de agarre (mortero o adhesivo).

Existe diversidad de materiales en pavimentos que pueden constituir la superficie de colocación:

- Conglomerados de cemento (hormigones y morteros), armados o no, en forjados, soleras, paneles, muros, recrecidos, revocos y enfoscados
- Conglomerados y aglomerados (con resinas) de piedra, muros y solados de piedra natural
- Recrecidos de anhidrita (sulfato cálcico anhidro) o magnesita (como cemento de Sorel)
- Recubrimientos cerámicos, vidriados y no vidriados, porosos o inabsorbentes para los no vidriados
- Madera y aglomerados de madera
- Metales, normalmente como revestimientos de chapa y láminas de acero
- Materiales compuestos, como los empleados en aislamientos de baja compresibilidad
- Un buen número de otros acabados que se dan en otros países bajo otras técnicas edificatorias

Se deben evaluar diferentes aspectos de la superficie de colocación, que pueden condicionar la adherencia, y la selección de la técnica de colocación adecuada para asegurar la durabilidad del revestimiento.

Las condiciones de planitud y regularidad de la superficie entregada, más el nivel, como cota de entrega, en superficies horizontales, determinan la selección de la técnica (capa gruesa con mortero o capa fina con adhesivo); o si ya se ha seleccionado la colocación con adhesivo, las actuaciones que debemos acometer para preparar esa superficie de colocación

Los condicionantes de la adherencia, relacionados con las características físicas de la superficie (capacidad de absorción de agua, textura, cohesión-resistencia mecánica y limpieza) y la compatibilidad química con el material de agarre.

La previsión del comportamiento en el tiempo de la unión adhesiva desde el momento que se aplica el material de agarre, especialmente respecto a la presencia de agua y otros fenómenos que pueden degradar esa unión y comprometer la durabilidad del recubrimiento

### 6.2.1. Nivelación, cota de entrega y planitud

En la superficie de colocación entregada para recibir un revestimiento cerámico se debe controlar los planos en horizontal.

La desviación de planitud de una superficie de colocación se debe medir con una regla rígida de 2 m de longitud. Para ello se dispondrá de una regla con pies en los extremos, sobre distintas posiciones en la superficie de colocación, determinándose la desviación máxima en el largo de la regla teniendo en cuenta, naturalmente, el espesor de los pies.

Tipo superficie	Desviación (D)
I	$\leq 3$ mm
II	$3 \text{ mm} < D \leq 8$ mm
III	$> 8$ mm

Tabla 11 Tipos de superficie de colocación según la desviación de planitud

La colocación en capa delgada para desviaciones de planitud superiores, viene condicionada por la rectificación de la superficie, generalmente en forma de capa de regularización.

En superficies horizontales o inclinadas existe mayor margen de maniobra si es posible la colocación en capa gruesa bajo la modalidad *al tendido* (con capa de desolidarización con arena o gravín). Podemos compensar desviaciones de nivel y respecto a la cota de entrega del solado hasta 50-60 mm, siempre que ello no implique variaciones superiores a 20 mm para el lecho de arena o gravín y, sobre todo, en la capa de mortero que debe ser uniforme.

El resultado del control de planitud nos indicará la técnica de colocación o la regularización superficial que debemos acometer:

- Para el tipo I no existen condicionantes ni previsión de actuaciones
- Para el tipo II puede ser necesario un recrecido o un enfoscado maestreado si se precisa colocación con adhesivos D o R. Para los C (adhesivos cementosos) es posible la *colocación en capa media* hasta los espesores máximos propuestos por el fabricante
- Para el tipo III sólo es compatible la colocación en capa gruesa “al tendido” o “punta paleta” en solados. La necesidad de colocar con adhesivo nos obligará a ejecutar una capa de nivelación, para llevar la superficie de colocación a planitud tipo I

### 6.2.2. Absorción/succión de agua

Una superficie excesivamente porosa puede generar succiones importantes del agua de los materiales de agarre, que es necesaria para la hidratación de los conglomerantes, provocando una disminución del tiempo abierto y de ajuste de los adhesivos tipo C. En ese caso, se debe aplicar una imprimación tapaporos.

Una superficie excesivamente cerrada, en cuanto a porosidad, dificulta la materialización del anclaje mecánico del material de agarre. En este caso, es conveniente aplicar previamente una imprimación puente de adherencia.

Es por lo tanto, deseable encontrar superficies de agarre porosas pero con valores modestos en cuanto a los coeficientes de succión.

Tanto la absorción como la succión de agua pueden determinarse de una forma práctica y orientativa realizando un ligero rociado de agua y medir el tiempo que tarda en desaparecer el brillo del agua de la superficie mojada.

En función de los resultados obtenidos en la clasificación de la superficie con respecto a su absorción/succión, se aportan algunas orientaciones sobre la técnica, los materiales de colocación y actuaciones sobre la superficie (*Tabla 13*).

Absorción/succión	Colocación en capa gruesa	Colocación en capa delgada
Muy alta (tiempo desaparición brillo >10 segundos)	Deshidratación del mortero Adherencia comprometida No recomendable esta técnica de colocación	Posible deshidratación del adhesivo cementoso Deficiente adherencia Disminución de los tiempos abierto y de ajuste de los adhesivos C Aplicar una imprimación tapaporos
Alta (tiempo desaparición brillo entre 10 y 20 segundos)	Posible deshidratación del mortero Adherencia comprometida Humedecer previamente la superficie de colocación	Disminución de los tiempos abierto y de ajuste de los adhesivos C No recomendable el uso de adhesivos cementosos sólo aptos para interiores Reducir la superficie de aplicación de los adhesivos C 1 y C 2 Recomendable el empleo de adhesivos C con el tiempo abierto ampliado E
Media (tiempo desaparición brillo entre 20 y 60 segundos)	Sin consideraciones especiales	Sin consideraciones especiales
Baja (tiempo desaparición brillo mayor a 60 segundos)	Baja adherencia No es recomendable la colocación con mortero	Baja adherencia con adhesivos cementosos Sólo aptos para interiores
Nula (sin succión)	Baja adherencia No es recomendable la colocación con mortero	Escasa adherencia con adhesivos C de bajo contenido en resinas Recomendable imprimación puente de adherencia con esos adhesivos Recomendable selección de adhesivos C 2, D 1, D 2, R 1 y R 2

*Tabla 12 Tipos de superficie de colocación según la absorción y recomendaciones respecto al adhesivo*

### 6.2.3. Textura superficial

La superficie de colocación puede tener:

- Textura muy rugosa planteando la posibilidad de reducirla mediante una capa de regularización si esa textura es incompatible con la colocación en capa fina o penaliza el consumo de adhesivo
- Textura superficial suficiente para el anclaje de los materiales de morteros y adhesivos cementosos
- Textura lisa imposibilitando la adherencia mecánica de morteros y adhesivos cementosos de bajo contenido en resinas. Bajo esta situación caben tres posibilidades:
  - o Efectuar un repicado mecánico que confiera textura
  - o Aplicar una imprimación puente de adherencia que prepare la superficie para recibir un adhesivo cementoso compatible
  - o Seleccionar adhesivos que aporten adherencia de tipo químico, sin necesidad de anclaje mecánico (adhesivos cementosos con alto contenido en resinas, adhesivos de resinas en dispersión y adhesivos de resinas de reacción)

Textura	Actuación correctora	Método de colocación
Muy rugosa	--	Capa gruesa
	Capa de regularización	Capa delgada con adhesivos cementosos compatibles
Rugosa	--	Capa delgada con adhesivos cementosos compatibles Capa gruesa
Lisa	Sin consideraciones especiales	Sin consideraciones especiales
	--	Capa delgada (C 2, D 1, D 2, R 1, R 2)

*Tabla 13 Medidas correctoras sobre la textura superficial*

#### 6.2.4. Cohesión

La cohesión superficial es necesaria para un correcto anclaje del adhesivo. La superficie de colocación debe tener una buena resistencia mecánica a la tracción y, además, las partículas del material deben permanecer firmemente unidas entre sí.

Se debe comprobar la cohesión superficial mediante golpes o rascados con herramientas de obra y la observación visual.

Si la cohesión superficial es alta (morteros de cemento), no precisa ninguna reparación.

Superficies con cohesión media (por ejemplo, superficies de piedra disgregada, capas de nivelación realizadas con morteros con exceso de agua) que presentan una capa externa disgregada o pulverulenta, no precisan saneamiento mecánico, pero es posible consolidar la superficie con imprimaciones consolidantes, acrílicas normalmente a base de resinas poliméricas en dispersión, que conferirá un anclaje adecuado.

Superficies con baja cohesión (por ejemplo, morteros de cal o yeso), que se desmoronan en una amplia extensión, precisan saneamiento mecánico hasta llegar a los estratos consolidados y la reparación mediante capas de regularización con morteros adecuados.

La proliferación de morteros "autonivelantes" de bajo coste, que incorporan fluidificantes en exceso produce la migración a la superficie de los aditivos y genera, tras el endurecimiento, una superficie

disgregada y pulverulenta que tendremos que eliminar con un proceso mecánico con disco abrasivo y posterior limpieza con aspiradora para no limitar la adherencia.

Suelen presentarse degradaciones de la unión adhesiva con el paso del tiempo por diversas acciones que agreden esa cohesión y resistencia mecánica de la superficie de colocación.

Un caso a resaltar, es la necesaria protección de las superficies de yeso de la acción combinada del agua y la alúmina e hidróxido cálcico presente en adhesivos cementosos y morteros. Su reacción con el yeso provocará la formación de etringita, un compuesto que, al aumentar de volumen, destruye la unión adhesiva. Sobre superficies de yeso y soleras de anhidrida siempre debe aplicarse una protección frente a la humedad si se van a emplear conglomerados de cemento.

### 6.2.5. Comportamiento frente al agua/humedad

Algunos materiales de la superficie de colocación son sensibles al agua, en estado líquido o en vapor, por alteraciones dimensionales o por cambios en su estructura.

Todo ello se traduce en inestabilidad o degradación de la interfaz con el material de agarre. De ahí la necesidad de considerar esta característica en todos los casos, en función de una clasificación que interacciona la sensibilidad al agua del material que constituye la superficie de colocación con su potencial grado de exposición.

Materiales	Nivel de exposición al agua	Superficie de agarre aptas
Materiales muy sensibles al agua respecto a su durabilidad intrínseca (paneles de madera aglomerada, madera sin tratamiento antihumedad, enlucidos de yeso y paneles de escayola sin tratamiento antihumedad, tabiques de cartón-yeso, etc).	El agua sólo interviene como agente de mantenimiento y limpieza.	Superficies horizontales de recintos secos en interiores de edificación residencial.
Materiales con sensibilidad moderada al agua respecto de su durabilidad intrínseca (paneles de madera o madera aglomerada con tratamiento antihumedad; enlucidos de yeso y paneles de escayola y tabiques de cartón yeso con tratamiento antihumedad; etc.)	El agua interviene por proyección de manera esporádica o en forma de vapor ocasionalmente.	Superficies horizontales en recintos húmedos (cocinas y baños) en interiores de edificación residencial. Otras superficies interiores de edificación no residencial.
Materiales insensibles al agua respecto a su durabilidad intrínseca. (hormigón, mortero de cemento, etc.)	El agua interviene durante tiempos prolongados en forma líquida o vapor	Superficies horizontales de recintos muy húmedos (duchas, saunas, baños y cocinas colectivas). Superficies horizontales en exteriores. Superficies horizontales de uso industrial. Superficies susceptibles de remonte de humedad por capilaridad.

Tabla 14 Clasificación de las superficies de colocación a revestir en función de su exposición al agua

Como norma general, se pueden tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los locales con alta presión de vapor (saunas, piscinas terapéuticas, duchas colectivas, ...) exigen elementos constructivos insensibles al agua, sistemas completos de impermeabilización y evacuación del agua, y barreras de vapor en particiones, techos y otras superficies no impermeabilizadas
- Los locales “húmedos” de uso colectivo, no comprendidos en el punto anterior, requieren materiales insensibles al agua, así como sistemas de impermeabilización y evacuación
- Los espacios “húmedos” de uso privado ya son compatibles con elementos constructivos y materiales sensibles al agua y a la humedad si se les protege adecuadamente. Como protección se consideran las impermeabilizaciones líquidas y las imprimaciones tapaporos o de protección. La condición es que no exista riesgo de fisuración de la superficie; en ese caso, deberán utilizarse láminas.

#### **6.2.6. Humedad residual del soporte**

La presencia de agua en los poros y capilares exteriores de la superficie de colocación puede llegar a impedir la adherencia, provocar eflorescencias o roturas por helada. La superficie de colocación debe estar seca.

#### **6.2.7. Presencia de materiales extraños contaminantes**

Se debe realizar siempre una operación de limpieza y desincrustación de la superficie de colocación, previa a la colocación, para evitar problemas de adherencia y reacciones químicas.

#### **6.2.8. Superficies especiales de colocación**

Existen ciertas superficies que por sus características especiales, requieren de ciertas consideraciones a la hora de instalar baldosas por adherencia sobre ellas:

##### Suelos de madera (estructurales o tarima)

Son superficies inestables y sensibles al agua y la humedad

Se debe controlar luces y estado, planitud y si tienen tratamientos de impermeabilización

Colocación en capa delgada sobre capa de desolidarización prefabricada con adhesivos cementosos deformables (C 2 S1, C 2 S2) o bien colocación en capa delgada con adhesivos R 1, R 2 deformables

##### Colocación sobre cerámica

Son superficies lisas e inabsorbentes

Se debe controlar la adherencia, limpieza de las superficies y planitud, nivel y aplomado

Colocación en capa delgada, con puente de unión con adhesivos cementosos sólo aptos para interiores. Adhesivos C 1, C 2

##### Superficies metálicas

Son superficies inestables

Se debe controlar la corrosión y la oxidación

Colocación en capa delgada con adhesivos R 1, R 2 deformables. Las superficies metálicas deben protegerse de la oxidación si no empleamos adhesivos de resinas

### 6.3. Absorción de movimientos en la puesta en servicio del sistema

Los elementos para compensar los movimientos que se pueden generar en cualquier edificación (movimientos propios o debidos a agentes externos), son las juntas. Existen dos tipos de juntas:

- Juntas de colocación que separan todo el entramado de baldosas
- Juntas de movimiento colocadas para compensar los movimientos de la estructura portante, de las capas del sistema y en los encuentros entre diferentes elementos

#### 6.3.1. Juntas de colocación

Definimos la junta de colocación como la separación física entre baldosas, separación que se observa principalmente en recubrimientos de tipo cerámico.

Además de contribuir al acabado estético de la superficie de baldosas resaltando su modularidad, las juntas entre baldosas tienen unas funciones técnicas bien definidas:

- Función mecánica para absorber las tensiones de compresión y tracción
- Función de difusión del vapor desde los estratos inferiores
- Absorber mínimamente las desviaciones dimensionales de aquellos tipos de baldosas que se comercializan con tolerancias

La principal función mecánica de la junta de colocación en los recubrimientos cerámicos deriva de su rigidez y esbeltez (reducido espesor) cuando consideramos la deformación o inestabilidad de los soportes estructurales sobre los que se asienta el recubrimiento, la retracción de los aglomerados de cemento que constituyen esos soportes o las capas intermedias y las variaciones dimensionales de las baldosas por acción de la humedad o los cambios de temperatura

Todas estas deformaciones o movimientos generan por una parte importantes tensiones de compresión a la altura de las baldosas, que se descargan sobre el material de rejuntado y sobre la adherencia de éste a los flancos de la baldosa.

Por otra parte, se generan elevados esfuerzos de cizalladura entre la superficie de colocación y el adhesivo y/o entre éste y la baldosa, provocando tensiones que se acumulan en el borde de las baldosas (y cuya entidad será tanto mayor cuanto mayor sea el formato de las mismas).

Si la intensidad de estos estados tensionales es excesiva se producirán levantamientos o desprendimientos (con ciertos tipos de adhesivos pueden producirse fisuraciones de las baldosas sin llegar a desprenderse o levantarse).

Así pues, la función mecánica principal de la junta de colocación se traduce en servir como un primer nivel de reducción de la propagación de estas tensiones entre una baldosa y la adyacente, evitando un incremento excesivo, al tiempo que resiste a los esfuerzos de compresión y/o tracción generados.

No obstante, hay que tener en cuenta que el papel fundamental en la liberación de tensiones lo asumen siempre las juntas de movimiento, para las que ya puede hablarse de elasticidad o incluso alta elasticidad, en lugar que de deformabilidad.

De este modo con un dimensionamiento adecuado de la junta de colocación, en función del formato de la baldosa, las condiciones ambientales y las exigencias de uso, por una parte y con la selección de un material de rejuntado apropiado, por otra, podremos maximizar la durabilidad del sistema de recubrimiento.

De forma indirecta, pero importante, otras funciones mecánicas son las de aumentar la adhesión de las baldosas al soporte (el material de rejuntado se adhiere a los flancos de la baldosa y al soporte de colocación o material de agarre subyacente) y la de servir como un primer elemento de seguridad sacrificable (gracias a unas prestaciones mecánicas por lo general inferiores, en mayor o menor medida, a las de las baldosas) en caso de aumento anómalo de las tensiones, preservando otros componentes del recubrimiento como son las propias baldosas.

En locales con elevada presencia de agua, es interesante la capacidad de difusión del vapor de agua desde el interior, con el fin de evitar condensaciones en el cerramiento, allá donde se produce el punto de rocío, bajo la exigencia cada vez más preciada de alcanzar transpirabilidad para cerramientos y particiones en una edificación saludable.

El vapor de agua circula siempre de un lugar donde existe mayor presión a otro donde la presión es inferior. La presión de vapor está en función siempre de la humedad relativa y la temperatura. Como en muchos casos no podemos prever el salto térmico, es mejor recurrir a materiales transpirables que permitan el paso de la humedad y regular las estancias, evitando además que por diferencias de temperatura se provoquen condensaciones.

Ante baldosas inabsorbentes (por ejemplo, B1a, B1b) o baldosas esmaltadas, el vapor de agua tendrá que pasar necesariamente por las juntas. La mayor o menor capacidad de difusión dependerá entonces, precisamente, de la superficie disponible de esas juntas así como, también, de la naturaleza del material de rejuntado en cuanto a permeabilidad al vapor.

Así pues, una característica deseable en los materiales de rejuntado cementosos es ser impermeables al agua líquida y permeables al vapor. En el caso de materiales de rejuntado cementosos, es recomendable que dispongan de la característica adicional de absorción de agua reducida (W).

Si se recomienda deformabilidad para los adhesivos a utilizar sobre soportes y capas intermedias de media estabilidad, por las mismas razones debemos seleccionar materiales de rejuntado deformables para ese tipo de soportes. Actualmente esta característica no queda recogida en la norma.

En el caso de pavimentos es conveniente contar con la característica adicional de alta resistencia a la abrasión (A). Esto es válido también para el caso de pavimentos interiores con aporte de material abrasivo desde el exterior, sobretodo en áreas de alto tránsito.

En general, la utilización de materiales de rejuntado de resinas reactivas RG debe estar motivado por requerimientos de alta impermeabilidad al agua y al vapor, y/o resistencia química a productos específicos.

También es necesario remarcar que una junta de colocación adecuada permite y/o facilita la reparación de baldosas individuales en caso de deterioro de las mismas, evitando que la reparación deteriore amplias zonas adyacentes como ocurre en el caso de colocaciones sin junta o "a testa".

Con respecto al proceso de aplicación del material de rejuntado, indicar que las juntas a rellenar entre las baldosas deben estar secas, limpias de materiales disgregados y vacías de adhesivo, al menos en 2/3 partes del espesor de la baldosa (o la totalidad del espesor en el caso de baldosas finas), y el espesor del relleno debe ser lo más homogéneo posible para todo el revestimiento cerámico.

En caso de utilizar materiales de rejuntado de color contrastante respecto a las baldosas, es conveniente realizar una prueba previa para comprobar la facilidad de limpieza de la superficie cerámica. En caso necesario, se deben protegerlas baldosas.

Sin embargo, no dejaremos de señalar que no se debe colocar en ningún caso un revestimiento cerámico sin junta o “a testa”. Una colocación sin junta ayuda a la propagación de baldosa a baldosa de las tensiones del soporte y de las tensiones por dilatación del revestimiento, que pueden dar lugar a levantamientos, desprendimientos o fisuraciones.

Todo sistema cerámico debe contemplar una junta mínima, aquella que oscila entre 1,5 y 3 mm de anchura, una junta abierta aquella que oscila entre 3 y 5 mm de anchura y junta muy abierta si tiene más de 5 mm de anchura.

Las operaciones de relleno de las juntas (rejuntado) se deben realizar al cabo de un tiempo (tiempo de rejuntado) trascurrido desde la colocación de las baldosas, determinado en función del tipo de colocación (con mortero o adhesivo), del tipo de adhesivo y de las condiciones ambientales. Es conveniente tener presente las características del producto y las instrucciones del fabricante recogidas en la correspondiente ficha técnica del adhesivo.

Se debe respetar el tiempo mínimo de espera desde la colocación de las baldosas según las indicaciones del fabricante del adhesivo y, al menos, 10-15 días para el mortero tradicional. En el caso de un pavimento cerámico sobre un suelo de calefacción radiante, se debe comprobar que se apaga la calefacción 48 horas antes de ejecutarse el revestimiento y no se debe volver a encender hasta pasados 7 días desde la finalización del rejuntado para evitar la posible deshidratación, tanto del material de agarre como del rejuntado.

Como punto de partida hay que tener en cuenta dos premisas generales:

- La selección del material de rejuntado cementoso debe hacerse, en primer lugar, en función de la anchura de la junta de colocación. Los fabricantes informan del rango de anchuras para los que están diseñados sus productos.
- La selección de un material de rejuntado cementoso deformable no presupone influencia significativa ni condicionamiento alguno en el diseño de las juntas de movimiento.

Con el fin de asegurar una adecuada adherencia a los flancos de la baldosa, volvemos a tomar como referencia la capacidad de absorción de agua de esta última, recomendando materiales CG 2 o RG cuando  $E \leq 3\%$  (capacidad de absorción de agua).

En la tabla siguiente se resume los criterios de selección del material de rejuntado.

Material de rejuntado	Criterios de selección
Cementoso normal (CG1)	<p>Con baldosas de capacidad de absorción de agua <math>E &gt; 3\%</math>            En recubrimientos sobre soportes de alta estabilidad            En los siguientes recubrimientos de interior:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sin requisitos especiales relacionados con la absorción de agua y asociados a la limpiabilidad (baños y cocinas).</li> <li>- Sin requisitos especiales de resistencia a agentes químicos agresivos (como ocurre en cocinas o ámbitos industriales y comerciales).</li> <li>- Pavimentos de tránsito doméstico y/o moderado sin aportación de material abrasivo desde el exterior.</li> </ul>

	<p>- Cualquier otro revestimiento.</p> <p>Consideración de la deformabilidad en baldosas con algún lado de longitud <math>L &gt; 40</math> cm en interiores</p>
Cementoso mejorado (CG2)	<p>Con baldosas de capacidad de absorción de agua <math>E \leq 3\%</math></p> <p>En recubrimientos sobre soportes de media estabilidad</p> <p>En recubrimientos interiores y exteriores, pavimentos y revestimientos, que no requieran características especiales de resistencia a agentes químicos agresivos (como ocurre en encimeras de cocinas o ámbitos industriales y comerciales).</p> <p>Consideración de la deformabilidad en función del tamaño de la baldosa para formatos con algún lado de longitud <math>L &gt; 30</math> cm</p> <p>En recubrimientos que requieran impermeabilidad al agua y capacidad de difusión del vapor (consultar especificaciones del fabricante).</p> <p>En pavimentos de tránsito peatonal elevado.</p> <p>Aptos para recubrimientos en inmersión si así lo especifica el fabricante, aportando resistencia al crecimiento de moho.</p>
Resinas reactiva (RG)	<p>Con cualquier tipo de baldosas respecto a la capacidad de absorción de agua</p> <p>Pueden tener limitaciones en el formato en ciertas situaciones que se requieran elevada deformabilidad (por inestabilidad del soporte o capas intermedias, en exteriores...). Verificar con el fabricante.</p> <p>En recubrimientos de altas exigencias mecánicas y/o resistencia química a productos específicos, incluso industriales y comerciales</p> <p>En recubrimientos que requieran alta impermeabilidad al agua y al vapor</p> <p>Consideración del reducido intervalo de temperaturas de manipulación y aplicación</p>

Tabla 15 Criterios de selección del material de rejuntado

### 6.3.2. Juntas de movimiento

Las juntas de movimiento constituyen el punto crítico y crucial en la ejecución de calidad de un recubrimiento cerámico. Son el elemento esencial que permite absorber las tensiones de compresión y tracción del entero sistema, así como las tensiones y esfuerzos generados en su base (soportes y/o estructuras). Las capas de separación nos permiten desvincular estratos y las juntas de colocación nos reducen las tensiones en la parte más externa del recubrimiento cerámico, pero son las juntas de movimiento quienes regulan y absorben las potenciales tensiones entre el sistema de recubrimiento y los elementos constructivos sobre los que se asienta.

En pavimentos interiores de uso residencial no suele ser tan habitual la necesidad de recurrir a otras juntas de movimiento adicionales a las juntas perimetrales. En la Norma UNE 138002 se definen las juntas de movimiento como “separación física en paños del revestimiento cerámico con el fin de absorber las tensiones que se generan en el sistema cerámico”.

El diseño de la trama de juntas de movimiento debe tener en cuenta diferentes aspectos: la superficie máxima, las características dimensionales y funcionales de las juntas, ya sean juntas realizadas con sellantes elásticos o juntas de movimiento prefabricadas. Deben considerarse los parámetros mínimos del ancho y movimiento en servicio exigidos, así como los materiales complementarios (por ejemplo imprimadores} y los acabados de ejecución.

En el trazado también se debe considerar elementos como las áreas irregulares, elementos de interrupción y otros que puedan afectar al mismo. La ejecución de las juntas se realiza con juntas de movimiento prefabricadas o sellantes elásticos que permitan el movimiento.

Las juntas realizadas con materiales sellantes compresibles, se deben ejecutar una vez terminado el revestimiento cerámico, se debe comprobar que las juntas están limpias de residuos y en buen estado, de tal manera que puedan recibir el sellado con relleno elástico prescrito. El sellante elástico se debe adherir únicamente a las paredes y no al fondo del alojamiento. Para garantizar dichas condiciones y la correcta selección del sellado, se puede utilizar un fondo de junta antiadherente antes de proceder al mismo. El sellante elástico debe cumplir con las Normas UNE-EN ISO 11600<sup>6</sup> y UNE-EN 15651<sup>7</sup>, partes 1 a 5.

Si para el buen funcionamiento en servicio del sellante compresible, dependiendo del tipo de soporte o las condiciones de uso, fuera necesaria la aplicación previa de un imprimador, se debe seguir estrictamente las indicaciones del fabricante. En el caso de imprimadores que contengan disolventes, se debe asegurar su evaporación antes de la aplicación del sellante y efectuar ésta en el plazo de tiempo máximo determinado.

En el caso de utilizar juntas de movimiento prefabricadas, se debe instalar en función de su tipología, al mismo tiempo que se ejecuta el revestimiento o una vez terminado el mismo. En las juntas de movimiento, el sellante jamás debe adherirse al material de relleno.

Las juntas de movimiento se clasifican en:

- Juntas estructurales
- Juntas perimetrales
- Juntas intermedias

#### Especificaciones generales para las juntas de movimiento

- La anchura de una junta de movimiento viene determinada por la entidad del movimiento esperado y por las características del sellante. Es habitual asignar una anchura cuatro veces mayor de la dilatación máxima esperada en el recubrimiento cerámico, para una distancia entre juntas predeterminada. A su vez, esa dilatación es función de las características ambientales y de uso, y la naturaleza del soporte.
- En las juntas estructurales, la anchura de la junta del recubrimiento coincidirá con la anchura de aquéllas.
- La profundidad de una junta de movimiento es en función del grosor del sistema multistrato del recubrimiento y, como mínimo debe abarcar la baldosa cerámica, el material de agarre y las capas de nivelación y/o regularización. Es recomendable que lleguen hasta el soporte o hasta la capa de separación o desolidarización. Contendrá el material compresible de relleno y el sellante. Es habitual especificar la relación entre la anchura de la junta y la profundidad del material de sellado, esta última fijada o recomendada por el fabricante
- La junta de movimiento debe tener una sección regular en toda su longitud, estar limpia de materiales disgregados o pegados y presentar unas paredes lisas y limpias, de forma que permita el anclaje del material sellante en su parte más externa o, en su caso, la correcta aplicación de un material de imprimación, previa a la operación de sellado.
- El material de sellado jamás debe quedar adherido al material de relleno. El vínculo con éste puede provocar una pérdida de elasticidad del 70%. Se procederá a aplicar una imprimación sobre el relleno o un film de separación para evitar esa adherencia del sellante.
- Las juntas de movimiento en correspondencia con juntas preexistentes deben respetar la anchura en toda su longitud y reproducir íntegramente su disposición.

<sup>6</sup> UNE-EN ISO 11600:2005/A1:2011 Edificación. Productos para juntas. Clasificación y requisitos para sellantes.

<sup>7</sup> UNE-EN 15651-1:2012 Sellantes para uso no estructural en juntas en edificios y zonas peatonales.

- En recubrimientos cerámicos donde se prevean variaciones importantes de temperatura (por ejemplo, cerca de instalaciones de calefacción, calderas o superficies sometidas a fuerte insolación), debe realizarse un cálculo de las variaciones dimensionales máximas de los materiales implicados en el recubrimiento cerámico, para el intervalo entre las temperaturas máxima y mínima.
- En recubrimientos cerámicos sometidos al ataque químico no solamente deben utilizarse materiales de relleno y de sellado resistentes a los concretos productos químicos sino que, en ocasiones, deberá procederse a la protección del sistema multiestrato, por debajo del material de sellado, mediante una membrana químicamente resistente.
- En la utilización de prefabricados para juntas de movimientos (refuerzos mecánicos, tapajuntas, etc.) debe exigirse al proveedor información sobre sus características y usos recomendados.

Así pues, en una junta de movimiento debemos considerar la anchura y profundidad, la limpieza y regularidad de su sección, y los materiales implicados (de relleno, de sellado, de protección o refuerzo e imprimadores en su caso).

#### Juntas estructurales

Son las juntas de movimiento en el sistema multiestrato del recubrimiento cerámico en correspondencia con juntas estructurales, de dilatación o de contracción preexistentes sobre soportes y estructuras. Deben ubicarse directamente encima y a continuación de éstas, así como respetar su anchura.

Si las juntas preexistentes no están ejecutadas correctamente, no son rectas y paralelas entre sí, o su distribución no coincide con la trama de juntas del recubrimiento cerámico, pueden crear serios problemas en la ubicación de las juntas en el sistema de recubrimiento. En este caso deberá proyectarse una nueva disposición de las juntas que sea compatible con las existentes.

Dentro de estas juntas estructurales deben incluirse las derivadas de encuentros entre estructuras y soportes diferentes o entre materiales de distinta naturaleza. Aunque no estén contempladas o ejecutadas sobre los soportes, deben incluirse juntas de movimiento en el recubrimiento cerámico, a la altura de esos encuentros.

#### Juntas perimetrales

Son juntas de movimiento para separar el recubrimiento cerámico de elementos estructurales, de cerramiento o partición, con la finalidad de que la movilidad del sistema multiestrato del recubrimiento cerámico no quede comprometida por esos elementos.

Extensible su implantación a cualquier elemento constructivo que represente una obstrucción o una seria limitación de la movilidad del recubrimiento cerámico.

#### Juntas intermedias

Juntas de movimiento uniformemente distribuidas en un recubrimiento cerámico donde se prevean movimientos que, por sus características y magnitudes, generen esfuerzos que no puedan ser absorbidos por las juntas perimetrales y las juntas estructurales.

En pavimentos cerámicos sobre grandes superficies, generación de flechas importantes o sometidos a cargas estáticas y dinámicas de cierta magnitud, se aconseja la combinación de dos tipos de juntas de movimiento intermedias: unas dimensionadas hasta los soportes, con protección mecánica, y otras hasta la capa de nivelación o de separación si la hubiere, de menor anchura y sin protección mecánica.

Con esta disposición en forma de cuadrícula, se consigue fraccionar la trama de juntas en paños de área regular distribuyendo convenientemente los esfuerzos de forma estratificada. De esta manera se consigue también disimular la trama de juntas de movimiento de menor anchura con la trama de juntas de colocación

### Diseño de las juntas

Antes de definir especificaciones sobre características, dimensiones y ubicación de las juntas de movimiento, tenemos que establecer un parámetro, asociado al material de sellado, que nos identifique la capacidad de una junta para absorber movimientos. Este parámetro recibe el nombre de factor de acomodación de movimiento (FAM) y se expresa en tanto por ciento (relación entre el movimiento que puede absorber el material de sellado respecto a la anchura de la junta). Así, la norma americana ASTM C920<sup>8</sup> establece una jerarquía de clases para los materiales de sellado según ese factor FAM: un sellante C25 significa que puede absorber un movimiento del 25 % de la anchura de la junta.

Cuando se usan sellantes con un determinado FAM, la anchura de las juntas y la distancia entre ellas deben redimensionarse en función del factor de acomodación del movimiento.

Para el caso de *juntas estructurales*, serán juntas de movimiento de igual o superior anchura respecto a las juntas preexistentes. Una anchura superior vendrá dada en previsión de esfuerzos suplementarios a los aportados por el soporte y generados en el sistema multistrato del recubrimiento cerámico. La anchura debe contemplar cuatro veces los movimientos máximos esperados y en ningún caso será inferior a 10 mm.

Para anchuras superiores es recomendable la disposición de refuerzos metálicos que protejan tanto el material de sellado como el borde de las baldosas adyacentes.

Salvo que se utilicen elementos prefabricados flexibles acoplados a los perfiles metálicos de protección, este tipo de juntas deberán rellenarse con un material compresible hasta la profundidad requerida del material de sellado. Este material compresible no permitirá la adherencia del sellante. En el caso de que se deba sellar la junta directamente sobre un relleno preexistente, se dispondrá una cinta de separación.

El respeto de la anchura y disposición de una junta de movimiento sobre una junta estructural preexistente obligará a diseñar la ubicación de las restantes juntas en función de aquélla. En ocasiones, la disposición de la trama de juntas de las baldosas cerámicas puede estar condicionada a la alineación con una junta estructural.

Ante juntas estructurales irregulares o incompatibles con el recubrimiento cerámico, se debe establecer una ubicación alternativa. Una junta de movimiento estructural debe llegar en profundidad hasta la junta preexistente, aunque los perfiles de refuerzo/protección pueden anclarse sobre una capa de separación o en la base de nivelación.

Tanto las juntas naturales producidas por el relleno secuencial de una solera de hormigón, entre vertidos consecutivos, como las juntas cortadas mecánicamente para canalizar las grietas producidas por endurecimiento en una solera de grandes dimensiones, deben tratarse como juntas estructurales sobre las que hay que disponer la correspondiente junta de movimiento. El corte de la solera debe haberse producido ya cuando se inicien los trabajos de ejecución del recubrimiento cerámico.

---

<sup>8</sup> ASTM C920 - 18 Standard Specification for Elastomeric Joint Sealants

En el caso de *juntas perimetrales*, deben ubicarse en todos los encuentros del pavimento cerámico con elementos constructivos que limitan su movimiento o pueden generar esfuerzos sobre él.

Salvo en pavimentos con una superficie inferior a 10 m<sup>2</sup> en los que puede sustituirse la junta perimetral con una terminación del solado a 5 mm del encuentro con el elemento constructivo, siempre se respetará y ejecutará una junta perimetral de al menos 6 mm de anchura y que llegará en profundidad al menos hasta la capa de desolidarización o separación.

En pavimentos cerámicos de superficie inferior a 10 m<sup>2</sup>, las juntas perimetrales pueden suprimirse si se considera que la higiene, impermeabilidad o estética del recubrimiento pueden quedar negativamente afectadas. En ese caso, la baldosa cerámica debe quedar a una distancia mínima de 5 mm del elemento constructivo que delimita su potencial movilidad. Con calefacción radiante, se ejecutarán siempre juntas perimetrales, independientemente de la superficie.

Ante la necesidad de ejecución de capas de regularización, nivelación u obtención de pendiente, se dispondrán perfiles o tiras de poliestireno expandido para conformar la futura junta de movimiento perimetral. En muchos casos, el poliestireno hará las veces de material de relleno. Debe respetarse una anchura mínima de 6 mm para este tipo de juntas.

Dado que el grosor del zócalo cerámico más el adhesivo supera con creces la anchura mínima de 6 mm, no debe existir ningún problema funcional o estético para ubicar la junta de movimiento perimetral debajo del zócalo o revestimiento cerámico. Un buen sellado sobre el material de relleno dará un óptimo acabado. La baldosa cerámica del revestimiento o la pieza que hace las veces de zócalo o rodapié debe situarse siempre ligeramente sobre el pavimento.

Las *juntas intermedias* de movimiento, deben contemplarse en todo tipo de pavimentos exteriores que tengan una longitud o anchura superior a 10 m. Deben ejecutarse cada 4,5-5 m lineales, formando paños cuya superficie no sea superior a 25 m<sup>2</sup>. Esta disposición debe respetarse en pavimentos interiores con calefacción radiante, pavimentos interiores sometidos a la luz solar, a cargas dinámicas o estáticas de entidad, o movimientos derivados de la estructura o de los soportes.

Sobre grandes superficies es conveniente dividir el pavimento en paños de 24-30 m de lado, con juntas de movimiento dimensionadas en anchura y profundidad para poder absorber los esfuerzos derivados de la estructura y los soportes, subdividiendo cada paño en cuadrículas de 8-10 m de lado con juntas de 6 mm de anchura mínima y profundidad hasta la capa de separación, que recibirán los esfuerzos locales dentro de cada paño. Una disposición de este tipo permite disminuir la anchura de las juntas intermedias de los paños y disimular las juntas de movimiento de la cuadrícula con las juntas de colocación.

En condiciones normales, se aconseja que el pavimento cerámico se interrumpa en paños de 40 m<sup>2</sup> (por ejemplo, con las dimensiones 8 x 5 m). Estas juntas intermedias deben llegar al menos hasta la capa de nivelación.

Un diseño correcto de las juntas permitirá que los movimientos sucedan en localizaciones determinadas manteniendo la funcionalidad de la estructura. El movimiento puede producirse por asentamiento, carga, vibración, impacto o por otras muchas causas. Sin embargo, la fuente más importante de movimiento y que debe ser cuidadosamente considerada por ello en el posicionamiento y dimensionado de las juntas es el resultante de las variaciones de temperatura. Incluso los materiales sellantes de mayor calidad, aplicados por operarios entrenados fallarán si la junta no está adecuadamente diseñada.

El cálculo del movimiento previsto de la junta, así como el dimensionado de la misma, el número de juntas que deban colocarse y su posición relativa en la obra será en cualquier caso función del tipo de obra y de

los elementos constructivos y deberá estudiarse para cada caso en particular por el proyectista de la misma.

No obstante, pueden seguirse las recomendaciones siguientes para el cálculo de los movimientos previstos respecto a las variaciones de temperatura:

Aunque el cambio dimensional es en la totalidad del volumen de la masa de material, se hace el cálculo del movimiento longitudinal de aquella dirección que por su mayor extensión se vea mayormente afectado ya que esta variación es directamente proporcional a su longitud.

La dilatación térmica o contracción se determina con la fórmula siguiente:

$$\Delta L_T = L_0 \cdot DTL \times \Delta T$$

$\Delta L_T$  = incremento de longitud por dilatación térmica (micras).

$L_0$  = longitud inicial en el sentido considerado (m).

$DTL$  = coeficiente de dilatación térmica del material (micras/m/°C).

$\Delta T$  = variación de la temperatura (°C).

NOTA: El coeficiente de Dilatación Térmica Lineal de las baldosas cerámicas oscila entre 4 y 6.

Cálculo del número y ancho de las juntas:

El número y ancho de las juntas se calcula a partir del movimiento calculado para los materiales constructivos utilizados y de la capacidad de movimiento del material sellante en la junta. Esta capacidad de movimiento del sellante (FAM) es la capacidad de soportar esfuerzos de compresión y de elongación.

Normalmente se sitúa en valores entre 15 y 25 %. Esto significa que puede aumentar o disminuir su longitud un 25% sin romperse. Una vez calculado el movimiento total del recubrimiento, éste deberá dividirse entre el número de juntas que se repartirán a lo largo de la superficie. Las juntas ideales no tendrán más anchura que la de la junta de colocación, para contribuir a los criterios estéticos del recubrimiento.

#### Materiales de relleno de las juntas de movimiento

También denominados materiales de relleno y apoyo. Son materiales que van ubicados en la parte inferior de la junta de movimiento, deben ser compatibles con el sellante, permanentemente compresibles y no desprender productos aceitosos o bituminosos.

Su función principal es la de relleno de la junta hasta la profundidad requerida para el material de sellado, facilitando su aplicación regular. Su compresibilidad debe ser tal que, cuando se cierra la junta, no debe expulsar o abombar el material de sellado. También tiene que absorber poca humedad. Existen en el mercado materiales de relleno de espuma de polietileno de células cerradas, goma de butilo y poliuretano de células abiertas y cerradas.

Por su buena resistencia a la compresión, nula absorción de agua y, sobre todo, por la nula adherencia de los materiales de sellado convencionales que existen en el mercado (cauchos de silicona, polisulfuros, poliuretanos y poliácridatos), los materiales de relleno de espuma de polietileno de células cerradas, son los más utilizados.

Los cordones y planchas de polietileno expandido son muy manejables por su ligereza y, a la vez, presentan una buena resistencia a la compresión, permitiendo una buena aplicación del material de

sellado. Al ser de células cerradas tenemos un óptimo comportamiento frente al agua, siendo prácticamente inabsorbentes.

Se seleccionará un cordón o plancha con diámetro o sección de un 125 % de la anchura de la junta. Ello permitirá un buen embutido de la junta, fijando suficientemente el material de relleno a la profundidad requerida para la siguiente operación de sellado. El sellante jamás debe adherirse al material de relleno.

### Selladores

Los materiales de sellado representan la parte vista de una junta de movimiento y, por ello, expuesta a las condiciones ambientales y de uso del recubrimiento cerámico. Estas condiciones pueden ser entre otras: esfuerzos de compresión y tracción laterales, esfuerzos de compresión como consecuencia de cargas dinámicas o estáticas, abrasión superficial, ataque químico, cambios bruscos de temperatura, insolación, inmersión en agua, etc.

Se trata de materiales altamente especializados que deben cumplir los requisitos de uso a lo largo de su vida útil y, por ello, se debe exigir la máxima información al fabricante. Los sellantes elastoméricos tales como las siliconas y los poliuretanos son los más convenientes cuando se prevean movimientos frecuentes de una cierta entidad. Si esos movimientos no son frecuentes, los sellantes a base de polisulfuros darán mejor resultado.

Aunque los sellantes deben aplicarse siempre sobre superficies secas y limpias, hay algunos tipos que permiten su aplicación en ambiente húmedo.

### Sistemas prefabricados de juntas estructurales, perimetrales e intermedias

Para la ejecución de juntas de movimiento estructurales e intermedias, es recomendable el uso de sistemas prefabricados, los cuales incorporan materiales adecuados, un diseño idóneo a la absorción de movimientos en tres direcciones y a la facilidad de montaje en cuanto a:

- Facilidad de alineación exacta de los perfiles, con la inserción de los elementos entre sí.
- Altura constante en toda su longitud si se respeta la cota de anclaje. A su vez, esta altura viene fijada desde fábrica según modelo y necesidades.
- Fácil anclaje al soporte o en la base de la capa de nivelación con tornillos sobre el perfil perforado.
- No necesitar ningún tipo de operación de limpieza, relleno y sellado interior de la junta.

En el proceso de colocación, estos perfiles servirán de referencia de nivel del entero sistema multiestrato si están anclados sobre el soporte

## **7. Conclusiones**

Se ha realizado un estudio bibliográfico exhaustivo que ha permitido conocer los sistemas constructivos existentes para particiones horizontales, objeto de este proyecto.

Estos sistemas, son sistemas multiestrato compuestos por diferentes materiales. Este estudio ha permitido definir y estudiar los materiales existentes para cada una de las capas que conforman el sistema.

Puesto que cada capa está conformada por materiales diferentes y con características específicas, también se ha estudiado la compatibilidad entre los materiales de las diferentes capas.

Se han definido las diferentes patologías con mayor incidencia en particiones horizontales en ambiente interior de las edificaciones.

Todo lo anterior ha permitido identificar los requerimientos del sistema en función de las necesidades derivadas del uso (particiones horizontales en interior de edificaciones) al que va a estar sometido y la estabilidad del soporte sobre el que se asienta.

## 8. Bibliografía

Documentación de referencia:

UNE 138002:2017. Reglas generales para la ejecución de revestimientos con baldosas cerámicas por adherencia.

Manual de actualización en materiales y técnicas de colocación de recubrimientos cerámicos. Carnet profesional de Alicatador-Solador. Nivel 1- Aplicaciones convencionales. Asociación Profesional de Alicatadores/Soladores (PROALSO).

Documentación de apoyo:

UNE-CEN/TR 13548, Reglas generales para el diseño y la instalación de baldosas cerámicas.

UNÍ 11493:2013, Píastrellature ceramiche a pavimento e a parete. Istruzioni per la progettazione, l'installazione e la manutenzione.

NF DTU 52.1, Travaux de bâtiment. Marchés privés. Revêtements de sol scellés. Partie 1-1 : Cahier des clauses techniques types.

NF DTU 52.1, Travaux de bâtiment Marchés privés. Revêtements de sol scellés. Partie 1-2 : Critères généraux de choix des matériaux.

NF DTU 52.1, Travaux de bâtiment. Marchés privés. Revêtements de sol scellés. Partie 2 : Cahier des clauses spéciales types.

NF DTU 52.2, Travaux de bâtiment. Pose collée des revêtements céramiques et assimilés. Pierres naturelles. Partie 1-1-1: Cahier des clauses techniques types pour les murs intérieurs.

NF DTU 52.2, Travaux de bâtiment. Pose collée des revêtements céramiques et assimilés. Pierres naturelles. Partie 1-1-2: Cahier des clauses techniques types pour les murs extérieurs.

NF DTU 52.2, Travaux de bâtiment. Pose collée des revêtements céramiques et assimilés. Pierres naturelles. Partie 1-1-3: Cahier des clauses techniques types pour les sols intérieurs et extérieurs.

Guía de la baldosa cerámica (DRB 01/11), Generalitat Valenciana, Conselleria de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente. Instituto Valenciano de la Edificación (IVE)

Guía de colocación de recubrimientos, Instituto de Promoción Cerámica (IPC), Diputación Provincial de Castellón.

Manual de instalación en aplicaciones especiales de recubrimientos cerámicos. Carnet profesional de Alicatador-Solador. Nivel 2- Aplicaciones especiales. Asociación Profesional de Alicatadores/Soladores