



Manual de colocación de piedra natural

0	introducción_03
1	consideraciones previas_04
2	condiciones de aplicación_05
3	selección del material_06
3.1	selección del adhesivo_07 según la velocidad de endurecimiento según la capacidad de admitir pequeñas deformaciones
3.2	selección de morteros de rejuntado_08 según el ancho de la junta a aplicar según la capacidad de admitir pequeñas deformaciones según su resistencia química
3.3	selección de masillas_09 criterios de selección tipos de masillas
4	procedimiento de ejecución_10
4.1	preparación del soporte_11 características mínimas que debe cumplir el hormigón. Humedad métodos de preparación métodos manuales métodos mecánicos métodos térmicos métodos químicos selección de metodos para preparación del soporte para preparación del hormigón para protección del hormigón según tipo de productos según rendimiento precauciones
4.2	nivelación de la superficie de trabajo_18
4.3	aplicación del adhesivo_19
4.4	colocación de la pieza_20
4.5	rejuntado_21 tipos de juntas dimensionado de juntas
4.6	sellado de juntas con movimiento_23 con bandas elásticas con masillas elásticas
5	recomendaciones especiales_24
6	ensayo de control de ejecución_25
7	control de calidad_26
7.1	control de recepción de material_27
7.2	control de los acopios_28
7.3	control de la preparación del soporte_29
7.4	control de aplicación del adhesivo y fijación de la pieza _30
7.5	control final de obra_31
8	criterios de mantenimiento_32
9	conclusión_33
10	definiciones_34

introducción

En este documento se recoge toda la información necesaria relacionada con las técnicas de colocación de materiales para realizar una correcta colocación y sellado de dichos materiales, tanto aplacados como para solería, así como una serie de métodos y de productos que se pueden usar dependiendo de la aplicación que se vaya a llevar a cabo.

consideraciones previas

Antes de realizar la colocación, se debe conocer el estado del soporte de hormigón y para ello se tiene en cuenta lo siguiente:

- *Inspección visual, análisis del tipo de ambiente:* se clasifica el ambiente donde se encuentra la estructura.
- *Resistencia a tracción superficial:* se ensaya mediante tracción directa aplicada con un dinamómetro de lectura digital hasta el arrancamiento de disco puesto a tal fin. La resistencia a tracción de la superficie de trabajo deberá ser superior a 1 N/mm².
- *Estado de la superficie:* se controlará la presencia de lechada de cemento, su porosidad, la presencia de suciedad y contaminantes, etc.
- *Temperatura y humedad superficial:* se mide con un termómetro de contacto y un humidímetro DOSER A-10. Eventualmente la humedad puede medirse con mayor precisión con un medidor de humedad a base de carburo de calcio CM-GERAT.
- *Punto de rocío:* mediante termohigrómetro digital se tomarán medidas de temperatura y humedad relativa del ambiente y se calculará el correspondiente punto de rocío.
- *Temperatura ambiental:* deberá ser superior a 8°C e inferior a 35°C. Se recomienda que el sellado de juntas de dilatación se realice cuando su apertura esté en el punto medio.

condiciones de aplicación

Se deben respetar los intervalos de temperatura de aplicación que se indican en las fichas técnicas de cada producto que se va a utilizar, así como los márgenes de humedad relativa de aire si existen. Si la temperatura del soporte de aplicación es menor de 5°C o superior a 40°C se debe suspender la aplicación de productos a menos que se indique lo contrario en la ficha técnica del producto.

El envase del producto se debe almacenar en un lugar apropiado con una temperatura lo más próxima posible a los 20°C y el acopio se hará 48 horas antes, como mínimo, de la aplicación para que la masa de materiales esté atemperada.

- Si la temperatura es menor de 20°C el endurecimiento será más lento, además de aumentar la viscosidad de los productos y con ellos los consumos, los espesores aplicados y las dificultades de aplicación de los productos.
- Si la temperatura es mayor de 20°C aumenta la velocidad de reacción aumentando, especialmente, la resistencia mecánica a corto plazo, reduciendo así la viscosidad de los materiales, de forma que se reduce el consumo y el espesor de los mismos y se facilita la aplicación y manejabilidad de los productos.

selección del material

A continuación se van a hacer una serie de sugerencias acerca de un grupo de productos comerciales según la necesidad de aplicación.

- 3.1 selección del adhesivo
- 3.2 selección de morteros de rejuntado
- 3.3 selección de masillas

3.1

selección del adhesivo

El adhesivo se puede seleccionar atendiendo a varios factores, siendo los más importantes los siguientes:

SEGÚN LA VELOCIDAD DE ENDURECIMIENTO

<i>VELOCIDAD ENDURECIMIENTO</i>	<i>MATERIAL</i>
Rápida (transitable tras 3 horas)	FT PORCELÁNICO FLEXMORTEL RÁPIDO POLYFLOTT INSTANT COLLASTIC
Normal (transitable tras 24 horas)	MASTERTILE FT 20 POLYFLOTT N POLYFLOTT FLEX

SEGÚN LA CAPACIDAD DE ADMITIR PEQUEÑAS DEFORMACIONES

<i>CAPACIDAD DE DEFORMACIÓN</i>	<i>MATERIAL</i>
No deformable	FOLYFLOTT N
Ligeramente deformable	POLYFLOTT FLEX POLYFLOTT INSTANT
Deformable	FLEXMORTEL FLEXMORTEL RÁPIDO COLLASTIC FLEXMORTEL

3.2 selección de morteros de rejuntado

El mortero rejuntado, al igual que el adhesivo, se puede seleccionar atendiendo a varios factores:

SEGÚN EL ANCHO DE JUNTA APLICAR

<i>TIPO DE JUNTA</i>	<i>MATERIAL</i>
Fina	JUNTADECOR FT FLEXFUGE RIGAMULS S30
Ancha	JUNTAGRES FT RIGAMULS N

SEGÚN SU CAPACIDAD DE ADMITIR PEQUEÑAS DEFORMACIONES

<i>CAPACIDAD DE DEFORMACIÓN</i>	<i>MATERIAL</i>
No deformable	JUNTADECORT FT JUNTAGRES FT RIGAMULS S30 RIGAMULS N
Deformable	FLEXFUGE

SEGÚN SU RESISTENCIA QUÍMICA

Para los adhesivos de base cementosa se descarta, pero para los productos epoxi, como RIGAMULS N y RIGAMULS S30, debe consultarse la tabla de resistencias químicas que aparece en la ficha técnica correspondiente.

3.3

selección de masillas

CRITERIOS DE SELECCIÓN

CRITERIOS

Composición

Presentación

Número de componentes

TIPOS

Siliconas
Poliuretanos
Polisulfuros

Masillas fluidas (juntas horizontales)
Masillas tixotrópicas (juntas horizontales y verticales)

Un sólo componente (listas para su uso, sin mezcla, curado por la humedad ambiental)
Dos componentes (requieren mezcla, tiempo de endurecimiento más corto).

TIPOS DE MASILLAS

POLISULFUROS

POLIURETANOS

SILICONAS

1 COMPONENTE

MASTERFLEX 472
MASTERFLEX 474
MASTERFLEX 476

SILCOFERM S
SILCOFERM UW
SILCOFERM KTW

2 COMPONENTES

PCI-ELRIBONS S
CAUCHOMASTIC
ELRIBON G

ESTUCAN FT

procedimiento de ejecución

- 4.1 preparación del soporte
 - características mínimas que debe cumplir el hormigón. Humedad
 - métodos de preparación
 - métodos manuales
 - métodos mecánicos
 - métodos térmicos
 - métodos químicos
 - selección de metodos para preparación del soporte
 - para preparación del hormigón
 - para protección del hormigón según tipo de productos
 - según rendimiento
 - precauciones
- 4.2 nivelación de la superficie de trabajo
- 4.3 aplicación del adhesivo
- 4.4 colocación de la pieza
- 4.5 rejuntado
 - tipos de juntas
 - dimensionado de juntas
- 4.6 sellado de juntas con movimiento
 - con bandas elásticas
 - con masillas elásticas

4.1

preparación del soporte

CARACTERÍSTICAS MÍNIMAS QUE DEBE CUMPLIR EL HORMIGÓN

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN:

La resistencia a la tracción mínima del soporte será de 1N/mm^2 . Para evaluar la resistencia de la superficie de hormigón se hace un ensayo de arrancamiento, que consiste en pegar una placa metálica de 50mm de hormigón de diámetro y de al menos 10mm de espesor a la superficie de hormigón tras cortar con una broca hueca circular o bien con cortes perpendiculares con una radial la superficie de hormigón. Cuando el pegamento ha endurecido, se tira de la placa mediante un gato hidráulico montado concéntricamente con ésta. La tensión de tracción obtenida se considera la resistencia de adherencia/tracción de la superficie ensayada. Este ensayo proporciona una información suficiente sobre la resistencia de adherencia de la superficie ensayada. Si no se alcanza el valor de 1N/mm^2 se elimina la capa de hormigón hasta llegar a otra más profunda y no se debe considerar que el aspecto de la superficie sea bueno como para asegurar que es adecuado. En ocasiones, se mejora la superficie de hormigón impregnando con resinas sintéticas. Es posible que se precise una resistencia mayor de la superficie para casos especiales de reparación.

RUGOSIDAD Y POROSIDAD:

Una rugosidad y/o porosidad elevada incrementan la adherencia. Hay una teoría llamada "de puntos de anclaje" que dice que la interfase de unión entre dos materiales parece estar compuesta por un número aleatorio de puntos de conexión mecánica efectiva. Por esto, la rugosidad y la porosidad de la superficie mejoran siempre la adherencia porque aumentan la superficie de anclaje y los puntos de conexión.

TEMPERATURA:

Este factor influye en la velocidad de endurecimiento de forma que a mayor temperatura mayor velocidad de endurecimiento y viceversa, de manera que hay que controlar que la temperatura ambiente, la del soporte y la del material sean lo más próximas posibles a las ideales.

Si la temperatura exterior es muy elevada e influye en la del soporte se tendrá que trabajar a horas muy tempranas del día o estancias del año con temperaturas más bajas.

Si la temperatura exterior es baja se trabajará en las horas centrales del día para que las temperaturas sean menos extremas.

La temperatura ambiente y la del soporte no tienen que ser iguales porque la capacidad calorífica del aire es muy distinta a la del hormigón.

Es importante almacenar el material antes de su aplicación ya que la exposición de los envases a temperaturas extremas modifica la temperatura del material, de forma que se almacenan en lugar fresco en verano y en lugar cálido en invierno. La temperatura también influye en la viscosidad, de manera que la adherencia puede disminuir con un material de elevada viscosidad que penetre poco en la superficie.

HUMEDAD:

La humedad debe ser inferior a 4% para adhesivos sintéticos. Los soportes deben estar húmedos pero no encharcados para adhesivos hidráulicos. La humedad depende de los materiales a aplicar y se distingue entre sistemas de adherencia tipo cemento y tipo polimérico.

Sistemas cementosos: estos sistemas requieren humedecer la superficie de hormigón para que éste no absorba agua del material que se aplique, pero si hay un exceso de agua puede perjudicar la adherencia final por lo que se evitará el encharcamiento con agua de la superficie de hormigón.

Sistemas poliméricos: estos sistemas requieren una superficie de hormigón seca, de manera que la humedad sea inferior al 4% del peso de una capa de hormigón de 20mm.

Se consigue buena adherencia cuando el líquido aplicado penetra en la capa de hormigón.

TIPOS DE HUMEDAD

Punto de rocío: de él derivan problemas de adherencia debidos a la existencia de una capa de agua entre el hormigón y el revestimiento. El punto de rocío depende de la temperatura del aire y de la del soporte así como de la humedad relativa del ambiente. Para que no haya rocío, el soporte se pondrá a una temperatura 3°C por encima de su punto de rocío.

Humedad ascendente en un pavimento: esta humedad se mide mediante la adhesión al suelo de una lámina de polietileno de aproximadamente 1 m², de modo que si se oscurece la lámina es porque existe este tipo de humedad. Los pavimentos deben estar impermeabilizados contra la humedad del terreno. Si este tipo de humedad está presente lo único que se puede hacer es un acabado con un material hidráulico o usar un nuevo pavimento flotante aislado del anterior.

Hormigones recientes: para nueva construcción la humedad es mayor del 4% hasta después de 28 días y hay que considerar que un hormigón de menos de 28 días aún está sometido a movimientos de retracción.

Humedad accidental: es el caso más fácil de resolver porque sólo es necesario un secado forzado hasta que la humedad sea inferior al 4%.

MÉTODOS DE PREPARACIÓN

Para que se produzca una buena adherencia, es necesario que la superficie de contacto entre el soporte y la pieza tenga suficientes puntos de anclaje (rugosidad). A continuación repasamos algunos de los métodos de preparación del soporte para mejorar su adherencia.

En todos estos métodos es importante tener en cuenta y controlar un parámetro llamado tiempo muerto.

MÉTODOS MANUALES

Picado con maceta y cincel: este método elimina partes débiles del hormigón y sólo se aconseja para superficies pequeñas. Crea mucha rugosidad y, por tanto, muchos puntos de anclaje. Consiste en golpear repetidamente con la maceta sobre el cincel apoyado en la superficie, dejando unos tiempos muertos mínimos.

Pistola de agujas: si la capa de hormigón es poco espesa se usan desbastadores, aunque también pueden usarse martillos eléctricos, de aire comprimido o mecanismos de cincelado. Si el uso es inadecuado se puede llegar a capas de profundas y estropear parte de material sano. Lo que se hace es disponer las agujas sobre el soporte y desplazarlas periódicamente, dejando como tiempo muerto el tiempo que tarda en cambiar las agujas.

Abujardado: consiste en golpear la superficie con un martillo especial que en un extremo tiene unos salientes en forma de pirámides o conos pequeños. No es aplicable a grandes superficies ni a zonas de difícil acceso. Lo que se hace es disponer las cabezas sobre el soporte y desplazarlas periódicamente, dejando unos tiempos muertos mínimos.

Cepillado: este método se puede hacer de forma manual o mecánica. El modo manual se usa para zonas muy reducidas y se emplea un cepillo de púas de acero. Lo que hace es eliminar la capa superficial poco profunda. Consiste en desplazar el cepillo por la superficie, dejando unos tiempos muertos mínimos.

MÉTODOS MECÁNICOS

Fresado: consiste en unos tambores con ruedas dentadas que erosionan el hormigón a su paso. Si se tiene que eliminar una capa gruesa de hormigón pueden ser necesarias múltiples pasadas pero cada vez con menos profundidad. Estos tambores se desplazan en líneas rectas paralelas y se tienen que eliminar el polvo y los restos si no se hace automáticamente. Los tiempos muertos que se dejan son mínimos.

Chorro de arena: consiste en un chorro de partículas de arena propulsadas periódicamente en todas las direcciones por aire comprimido sobre la superficie de hormigón. Es un método suave muy usado pero no es económico. Se suele usar para dar rugosidad a las superficies. El inconveniente que presenta este método es que produce mucho polvo, por lo que pueden exigirse medidas especiales por razones medio ambientales. Lo que se puede hacer es proyectar arena con recuperación de la misma. Para evitar la producción de polvo se puede mezclar con una cantidad de agua. Los tiempos muertos que se dejan son los necesarios para instalar las protecciones, limpiar los restos y el mantenimiento del equipo, que es muy reducido.

Chorro de agua: este chorro de agua bajo presión de 10 a 35 MPa elimina partículas sueltas, hormigón con escamas y capas de vegetación. El chorro se desplaza periódicamente en todas las direcciones. No es aplicable para desbastar superficies de hormigón compacto. Una ventaja que presenta es que no produce polvo, pero las partículas se tienen que recoger en un depósito de sedimentación. El agua que queda sobre la superficie se tiene que eliminar y puede hacerse mediante barrido, aspiración, etc. Los tiempos muertos que se dejan son los empleados en instalar las protecciones y en eliminar el agua.

Chorro de agua a alta presión: en este caso la presión del chorro alcanza de 35 a 300 MPa, aumentando el efecto del chorro al aumentar la presión. Es eficaz en zonas blandas de la superficie de hormigón, pero el desbastado no es uniforme.

Hidrodemolición: este proceso tiene lugar a presión superior a 300 MPa, por lo que el agua puede penetrar profundamente en el hormigón. Este método no produce vibraciones pero la humedad penetra en el hormigón. En este caso, así como en el anterior, el chorro se desplaza periódicamente en todas las direcciones y hay que eliminar el agua que queda sobre la superficie mediante barrido, aspirado, etc. Los tiempos muertos son los necesarios para llevar a cabo la instalación de protecciones y la eliminación de agua y suciedad.

Granallado: consiste en la proyección de pequeñas bolas de acero sobre la superficie del hormigón desde un dispositivo centrífugo, provocando una acción abrasiva de la superficie. Para ello, el dispositivo se desplaza en líneas rectas paralelas. Este dispositivo se usa en superficie horizontal o casi horizontal y produce muy poco polvo, pero los perdigones deben limpiarse y separarse mediante un sistema de circuito cerrado. Los tiempos muertos son los necesarios para la limpieza del equipo.

Lijado: en este caso se erosiona la superficie del hormigón mediante un rozamiento con piedras o discos de materiales de alta dureza, eliminándose las partes blandas. Estos materiales se desplazan por toda la superficie y se tiene que aspirar el polvo producido. Así, se obtiene una superficie lisa con poca rugosidad. Los tiempos muertos necesarios son mínimos.

MÉTODOS TÉRMICOS

Estos métodos consisten en calentar la superficie de hormigón hasta 1500°C con una llama de oxiacetileno a 3500°C, lo que provoca un choque térmico que produce tensiones residuales muy elevadas dando lugar a desconchamientos en la superficie. Debido a la temperatura de la llama se pueden alcanzar capas más internas. Lo primero que se tiene que hacer es humedecer la superficie para provocar la expansión y la llama se desplaza en líneas rectas paralelas. Se tiene que eliminar el polvo y los restos si no se hace de forma automática. Los tiempos muertos necesarios son mínimos.

MÉTODOS QUÍMICOS

Limpieza con detergentes: consiste en provocar la emulsión y posterior eliminación de la suciedad de origen orgánico depositada en la superficie del hormigón mediante detergentes tensioactivos. Para ello aplicamos el detergente, cepillamos la superficie manualmente o con una máquina y retiramos la solución. Si fuese necesario el proceso se repetirá. Los tiempos muertos que se dan son para el cambio de cepillos.

Limpieza con ácidos: no se recomienda su uso en hormigones armados o pretensados porque existe riesgo de corrosión. Este método puede afectar a la adherencia en el hormigón y dañar la salud de los operarios y el medio ambiente, por lo que no es muy recomendable. Para llevar a cabo el proceso humedecemos la superficie del hormigón, aplicamos la solución de ácido y cepillamos la superficie durante 5 a 10 minutos. Eliminamos los residuos con un jabón alcalino y a continuación quitamos el agua restante. Los tiempos muertos se establecen para instalar protecciones y rellenar los tanques.

SELECCIÓN DE MÉTODOS PARA PREPARACIÓN DEL SOPORTE

En este apartado explicaremos las ventajas e inconvenientes de cada uno de los métodos propuestos y determinaremos el más adecuado según el caso.

PARA PREPARACIÓN DEL HORMIGÓN

	ELIMINACIÓN DE ÓXIDO DE LAS ARMADURAS	ELIMINACIÓN DE HORMIGÓN
GRANDES SUPERFICIES	Chorro de arena	Chorro de arena Fresado Hidrodemolición
PEQUEÑAS SUPERFICIES	Cepillado	Pistola de agujas Maceta y cincel Abujardado

PARA PROTECCIÓN DEL HORMIGÓN

Según el tipo de productos que se vayan a utilizar para protegerlo se seleccionarán unos métodos y otros. Esto se resume en la siguiente tabla:

TIPOS DE PRODUCTOS APLICABLES	ESPESOR DE APLICACIÓN (mm)	MÉTODO DE PREPARACIÓN
Sellador Impregnación	0-0.075	Limpieza con detergente Agua a baja presión (-35MPa) Ataque ácido Lijado Chorro de arena Granallado
Pintura	0.1-0.25	Chorro de arena Granallado Fresado Pistola de agujas
Autonivelante	1-3	Granallado Fresado Pistola de agujas Agua a alta presión (35-300MPa)
Mortero sintético	3-6	Granallado Fresado Pistola de agujas Agua a alta presión (35-300MPa) Lanza térmica

SEGÚN RENDIMIENTO

MÉTODO	RENDIMIENTO APROXIMADO (m ² /h)
Limpieza con detergentes	Manual: 50 Mecánico: 100-500
Ataque con ácido	Manual: 150 Mecánico: 750
Agua a baja presión (hasta 35MPa)	Horizontal: 100-200 Vertical: 25-100
Agua a alta presión (35-300MPa) Hidrodemolición (más de 300MPa)	Horizontal: 12-25 Vertical: 5-20
Lijado	Herramienta manual: 2 Equipo manejable a pie: 75
Chorro de arena	12-75

Granallado	Equipo pequeño: 14-23 Equipo mediano: 33-140 Equipo grande: 190-240
Fresado	Equipo manual: 2 Equipo mecánico: 75
Lanza térmica	5-50 (muy variable)
Pistola de agujas	1-5

PRECAUCIONES

MÉTODO	RIESGO DE MICRORROTURA
Limpieza con detergentes	Inexistente
Ataque con ácido	Inexistente
Agua a baja presión (hasta 35MPa)	Inexistente
Agua a alta presión (35-300MPa)	Muy bajo
Hidrodemolición (más de 300MPa)	Muy bajo
Lijado	Muy bajo
Chorro de arena	Muy bajo
Granallado	Muy bajo
Fresado	Medio
Lanza térmica	Medio
Pistola de agujas	Medio

4.2

nivelación de la superficie

Si la rugosidad de la superficie de trabajo es mayor de 10mm o hay que corregir pendientes se aplica un mortero de regularización. En espesores de hasta 15mm en horizontal se usa PERIPLAN y en superficies verticales se usa POLYCRET 5, EMACO R215 o MORTERO PCC 20. También pueden usarse adhesivos de capa media sobre los soportes con irregularidad de 10mm sin tener que nivelar.

4.3

aplicación del adhesivo

El adhesivo se mezcla por medios mecánicos y vamos a considerar los siguientes tipos:

- Para adhesivos hidráulicos ponemos el agua de amasado en un recipiente limpio y añadimos poco a poco el polvo mezclando a la vez con un taladro provisto de un agitador hasta obtener un mortero homogéneo y sin grumos. Lo dejamos reposar durante 3 minutos y volvemos a mezclar.
- Para adhesivos de base sintética vertemos el Componente II sobre el Componente I y mezclamos con un taladro con un agitador. Durante el proceso de mezcla se evitará que se produzca la oclusión del aire.
- Los adhesivos en dispersión no necesitan mezclas a menos que haya que volver a homogeneizar el contenido del envase.

La aplicación del adhesivo se puede hacer mediante la técnica de simple encolado, en la que se aplica una capa de adhesivo y la técnica de doble encolado, en la que se aplican dos capas de adhesivo.

Aplicamos una fina capa de contacto con la parte lisa de la llana y aplicamos más material con la parte dentada de la llana según las dimensiones de la baldosa:

- Hasta 10x10: dentado de 4mm.
- Hasta 20x20: dentado de 6mm.
- Más de 20x20: dentado de 8mm.

4.4

colocación de la pieza

La colocación de la pieza se hará respetando un tiempo determinado tras la aplicación del adhesivo, siendo este el tiempo abierto, comprobando con la yema de los dedos que no se ha formado una película superficial. Si se usan adhesivos no fluidos se aplicará una capa de contacto en el reverso de la baldosa de piedra. Estas baldosas se colocan con un ligero movimiento de vaivén o mediante golpes con una maceta de goma. Es necesario dejar una junta entre las piezas comprobando que no queda llena de mortero.

Antes de aplicar el adhesivo para colocar la pieza se tiene que considerar, además de su tiempo abierto otro factor importante, que es su tiempo de maduración.

4.5 rejuntado

Las juntas se limpian una vez puesta la piedra y cuando el adhesivo haya endurecido del todo. Se comprueba que las juntas no estén llenas de adhesivo y se limpian de manera uniforme y en profundidad.

Para obtener la masa de mortero de rejuntado, ponemos agua de amasado en un recipiente limpio y se añade poco a poco mezclando con un taladro con agitador hasta obtener una masa homogénea y sin grumos. A continuación dejar reposar la mezcla y volver a mezclar. Introducir el mortero en las juntas con una llana de goma en diagonal y eliminar el sobrante con una esponja húmeda. Para calcular el consumo de material se hace lo siguiente:

$$(A + B) / (A \times B) \times C \times D \times X = \text{kg/m}^2$$

siendo A: anchura de la baldosa de piedra (mm)
B: longitud de la baldosa de piedra (mm)
C: espesor de la baldosa de piedra (mm)
D: anchura de junta (mm)
X: consumo de mortero en polvo, que dependiendo del material que se utilice puede adoptar distintos valores.

TIPOS DE JUNTAS

Las juntas pueden ser de dos tipos: juntas en el soporte y juntas entre baldosas.

Las juntas en el soporte se clasifican en los siguientes tipos:

- *Juntas de corte*: se deben a la retracción de elementos hormigonados. Estas juntas se realizan en la superficie del hormigón, con una anchura de 4mm y una profundidad de 1/3 de la sección del elemento. Deben realizarse formando cuadrículas de un máximo de 36m².
- *Juntas de trabajo*: se producen al unir un hormigón nuevo con otro ya envejecido. Este tipo de juntas también se llaman "juntas frías" y se caracterizan porque no tienen movimiento.
- *Juntas de dilatación*: estas juntas absorben los movimientos de dilatación y contracción del hormigón debidos a cambios de temperatura. Lo que se hace es sellar con masillas elásticas ya que son resistentes a las agresiones mecánicas y químicas previstas sobre la junta.
- *Juntas de entrega*: como el hormigón sufre movimientos debe estar aislado respecto a los demás elementos de la estructura y ese espacio es lo que se llama junta de entrega. Esta junta se sella con una masilla elástica.

Las juntas entre baldosas pueden ser de dos tipos: de movimiento y de colocación. Las juntas de movimientos son las que soportan las variaciones dimensionales y tensiones propias del soporte y las baldosas, de ahí su importancia funcional y la necesidad de valorar su aplicación correcta en la colocación. Las juntas de colocación son la separación entre dos baldosas. Su anchura dependerá del material, el tipo de espacio y la función que vaya a generarse en él, pero estas juntas serán inferiores a 1,5mm en interiores y 5mm en exteriores.

Las juntas de movimiento pueden ser:

- *Juntas estructurales*. Son las juntas que presenta el soporte para la colocación y cuando están presentes hay que respetarlas en todo momento. Las dimensiones de este tipo de juntas deberán ser coincidentes en anchura con las de la propia junta estructural.
- *Juntas perimetrales*. Son las que se dejan cuando la superficie a embaldosar se vea interrumpida por paredes, columnas, cambios de nivel, etc evitando así tensiones producidas por el contacto de los adhesivos y las baldosas con estos elementos. Este tipo de juntas deben proyectarse y respetarse para espacios mayores de 7m². También son juntas perimetrales las resultantes del encuentro entre un revestimiento con otro de un material diferente y cuando el revestimiento se aplica sobre dos soportes contiguos de distinta naturaleza.

- Juntas intermedias o de partición. Son las que se dejan en grandes superficies a revestir para minimizar los efectos producidos por las dilataciones y contracciones del soporte o del propio material.

Por su parte, las juntas de colocación presentan dos funciones fundamentales:

- *Técnica*. Disminuyen las agresiones por los movimientos y tensiones del soporte y mejoran la adherencia de la baldosa. Además, impiden la acumulación de agua en el soporte y la aparición de patologías.
- *Estética*. Su correcta aplicación en términos de anchura, color y correcta ejecución mejora la imagen decorativa del espacio.

DIMENSIONADO DE JUNTAS

El cálculo del movimiento previsto de la junta entre baldosas, su dimensionamiento, el número de juntas que deben colocarse y su posición relativa en la obra será función del tipo de obra y de los elementos constructivos y se estudiará para cada caso particular.

Pero a pesar de esto anterior, para dimensionar una junta se deben considerar los siguientes factores:

DILATACIÓN TÉRMICA:

Se calcula para la dirección que por su mayor extensión se vea mayormente afectada.

$$AL_t = L \cdot a_{DIL} \cdot AT$$

AL _t :	incremento de longitud por dilatación térmica (mm)
L:	longitud en sentido considerado (mm)
a _{DIL} :	coeficiente de dilatación térmica del material (mm/m/°C)
AT:	variación de la temperatura (°C)

	a _{DIL} (mm/m/°)
Hormigón en general	0.012-0.015
Acero	0.012
Aluminio	0.024
Chapa de cinc	0.018-0.021
Materiales sintéticos	aprox. 0.08
Madera (dirección de las fibras)	aprox. 0.007
Madera (transversal a las fibras)	aprox. 0.045

CÁLCULO DEL ANCHO DE LA JUNTA

Se calcula a partir del movimiento calculado para los materiales constructivos utilizados y de la capacidad de movimiento del material que hará de sellante en la junta. Esta capacidad de movimiento del sellante es la capacidad de soportar esfuerzos de compresión y de elongación. Su valor se sitúa entre el 15% y el 25%, lo que indica que puede aumentar o disminuir su volumen un 25% sin romperse.

$$AJ = MJ / \text{Capacidad de dilatación permanente}$$

AJ: Ancho de junta

MJ: Movimiento de junta

Una vez calculado el ancho de junta, se dividirá en un número de juntas que se repartirán por toda la superficie. Es preferible tener muchas juntas pequeñas que pocas grandes.

PROFUNDIDAD DE SELLADO

Para las masillas actuales la profundidad de la junta deberá ser la mitad de la anchura de la misma para asegurar el compromiso entre un mínimo de tensión y el adecuado sellado de la junta.

4.6

sellado de juntas con movimiento

En esta etapa deben respetarse las juntas estructurales, de dilatación y perimetrales y además las juntas de entrega se respetarán usando elementos verticales que deberán sellarse con masillas elásticas. Proteger las masillas con elementos metálicos que no impidan el libre movimiento de la junta pero que la protejan de acciones mecánicas.

CON BANDAS ELÁSTICAS

Hay que aplicar un adhesivo epoxi bicomponente y tixotrópico para facilitar la colocación en superficies no horizontales. Para preparar el adhesivo se debe hacer una mezcla perfecta de los dos componentes mediante un agitador mecánico, no utilizando mezclas parciales. El adhesivo se extenderá en un espesor de 1 a 2mm con un ancho que sobresalga aproximadamente 2cm a cada lado de los bordes de la banda. Extender la banda sobre el adhesivo epoxi y presionar fuerte hasta que quede muy bien unido a esta. A continuación se aplicará una nueva capa de adhesivo epoxi sobre la banda con un espesor similar al primero y se unirá a la capa inicial de adhesivo por los bordes externos que sobresalen.

CON MASILLAS ELÁSTICAS

En este caso se consideran los siguientes pasos:

- **IMPRIMACIÓN:** Se aplica para consolidar el material de los bordes de la junta y mejora la adherencia de las masillas. La elección de la imprimación dependerá del tipo de masilla y del tipo de soporte. Para aplicar la imprimación se pone la cinta adhesiva para no manchar la superficie y se aplica una o dos capas en los labios de la junta, nunca en el fondo. Hay que respetar los tiempos de espera mínimos y máximos de la imprimación para aplicar el sellante.
- **FONDO DE JUNTA:** Sirve para controlar la profundidad de sellado con masilla, evita la unión de la masilla por su reverso y dota al mismo de forma cóncava. Este fondo debe elegirse con un diámetro aproximadamente un 25% mayor que el ancho de junta para que se sujete por compresión. Es muy importante colocarlo sin estirar. También es importante no aplica imprimación en el cordón porque se dificulta el movimiento de la masilla si el fondo está adherido.

- APLICACIÓN DE MASILLAS:

MASILLA	OBSERVACIONES
MONOCOMPONENTES	Se aplican con pistola. El material está en forma de cartuchos que se colocan en la pistola.
BICOMPONENTES	Se tiene que mezclar con un agitador helicoidal de bajas revoluciones sin ocluir el aire durante un tiempo que va de 3 a 5 minutos hasta obtener una mezcla de aspecto y color uniforme. Cargar la pistola con un émbolo y realizar la aplicación con pistola o espátula. Cortar la boquilla de la pistola con un ángulo de 45° y con la misma sección que el ancho de la junta y colocarla de forma paralela a la junta.

recomendaciones especiales

PARA LA COLOCACIÓN

- Cuidar especialmente que la colocación de la pieza se haga antes de que el adhesivo haya formado película.
- No aplicar más adhesivo del que pueda utilizarse durante su tiempo abierto. Comprobar en todo caso con las yemas de los dedos que el producto no ha formado aún película superficial. En caso de que haya formado película deberá peinarse de nuevo con la llana dentada.
- En los adhesivos a base de cemento es especialmente importante respetar los tiempos de maduración indicados en las correspondientes fichas técnicas de los productos para resinas contenidas en los materiales que entren en funcionamiento.
- Las piezas se colocarán de modo que exista una separación (junta) entre ellas de un mínimo de 1.5mm. Nunca deben colocarse las baldosas "a testa".
- La utilización de adhesivos hidráulicos requiere la estricta observación de las cantidades de agua de amasado precisa que se expresa en el saco o en la correspondiente ficha técnica.
- Durante las primeras horas de endurecimiento del mortero de rejuntado debe evitarse el sol directo y las corrientes de aire.
- Respetar las juntas de dilatación de la estructura y sellarlas con masillas adecuadas para tal fin.
- Comprobar que el adhesivo no mancha la pieza de piedra natural.
- Para el sellado de juntas con movimiento en revestimientos a base de piedra natural se empleará una masilla de silicona.
- La colocación de piezas en fachadas y/o en otras zonas expuestas a variaciones térmicas importantes requiere añadir aditivos al adhesivo que mejoren su comportamiento ante cambios bruscos de temperatura.

PARA EL SELLADO

- Proteger la aplicación de la lluvia y de las heladas durante 48 horas como mínimo después de la aplicación.
- En caso de tener que unir dos bandas, realizar la unión por soldadura térmica.
- Almacenar las bandas en lugar seco, protegidas de las heladas y de la acción directa del sol.
- La banda puede adaptarse a ligeras irregularidades del soporte mediante calentamiento.
- Se recomienda la protección de la banda frente a vandalismo mediante la colocación de chapas o similares.
- Las juntas con movimiento no deben recubrirse con recubrimientos rígidos.
- En zonas de mucho tráfico se reforzarán los cantos de las juntas.
- Las juntas de dilatación de pavimentos interiores coinciden con las del edificio y están en todo el espesor del pavimento.
- Las juntas de dilatación de pavimentos exteriores forman una cuadrícula de lado inferior a 5m y suelen coincidir con las juntas de retracción.

ensayos de control de ejecución

PARA LA COLOCACIÓN

- *Adherencia por tracción del sistema aplicado*: en este ensayo la adherencia por tracción nunca será inferior a 0.5N/mm^2 .
- *Planimetría de la superficie*: esto se mide con una regla o nivel de 2m y las diferencias no serán superiores a 5mm (que se medirán con la burbuja del nivel).

PARA EL SELLADO

- *Adherencia por tracción del adhesivo*: consiste en un ensayo de arrancamiento por tracción del conjunto del sistema aplicado con hormigón y el valor de rotura que se debe obtener es de al menos 1N/mm^2 y el punto de rotura estará en el interior del hormigón.
- *Ausencia de zonas sin unión*: se hace mediante inspección visual.
- *Ausencia de burbujas y cráteres en la masilla*: se hace visualmente.
- *Endurecimiento completo del adhesivo*: se hace mediante inspección visual y presión al tacto.

control de calidad

Se enmarca en el concepto de calidad total, que consiste en establecer un control en cada proceso de la obra.

- 7.1. control de recepción de material
- 7.2. control de acopios
- 7.3. control de la preparación del soporte
- 7.4. control de aplicación del adhesivo
- 7.5. control final de obra

7.1

control de recepción de material

Al llegar el material a la obra se comprueba y anota lo siguiente:

- Cómputo de las cantidades recibidas.
- Comprobación de la denominación de los materiales.
- Correcta identificación de todos los envases.
- Inspección visual del estado de los envases, descartando los rotos con pérdida de material.
- Comprobación de la fecha límite de uso de los materiales que deberá estar claramente indicada en cada uno de los envases.

7.2

control de acopios

Los materiales se almacenan a cubierto en lugar fresco y seco y en sus envases originales cerrados. Los materiales hidráulicos se separan del terreno mediante listones de madera y se protegen de la lluvia y el rocío. No se sacarán de las cajas de envío hasta el momento de usarlos.

Los materiales se agrupan según su identificación.

Al final de la jornada se computa el material acopiado para ver lo que se ha consumido en la jornada.

7.3

control de la preparación del soporte

Aquí tenemos que considerar:

- *Saneado del elemento a reparar.*
- *Temperatura del soporte:* debe estar dentro de los márgenes de la ficha técnica y se comprueba en el momento de la aplicación.
- *Resistencia a tracción mínima del soporte:* se determina para cada tipo de soporte después de la preparación del mismo.

7.4

control de aplicación del adhesivo y fijación de la pieza

Vamos a tener en cuenta los puntos siguientes:

- *Técnica de aplicación*: es continua y es de doble encolado.
- *Consumo de material*: es el cociente entre material usado y superficie tratada y deberá ser próximo al que dice la ficha técnica sin ser menor que el mínimo establecido.
- *Tiempo abierto*: se respetará el máximo entre la aplicación del adhesivo y la fijación de la pieza. Para ver si se ha rebasado este tiempo se comprueba con las yemas de los dedos, de forma que si se quedan manchadas de adhesivo no se ha rebasado ese tiempo.

7.5

control final de obra

En este caso vamos a considerar lo siguiente:

- *Adherencia por tracción del sistema aplicado*: se hará un ensayo de arrancamiento por tracción del conjunto del sistema aplicado y se hará al menos una determinación por triplicado para cada mortero o puente de unión y para cada tipo de soporte. El valor de rotura será de al menos 0.5N/mm².
- *Comprobación de la ausencia de zonas huecas*: se golpea levemente con un elemento metálico y se detectan las zonas huecas por diferencia de sonido.
- *Control de envases vacíos*: antes de retirar los envases vacíos se observa el endurecimiento total de material mezclado restante en los envases.

critérios de mantenimiento

- No se deben superar las cargas, tránsitos, etc. máximos previstos en el proyecto para juntas en pavimentos.
- Evitar el ataque continuado sobre masilla de agentes químicos admisibles por la misma y la caída de agentes no admisibles. Se limpiará con agua abundante para diluir el agente.
- Cada cinco años o cuando sea necesario se inspeccionará el estado de las juntas y el de la reparación, observando si hay fisuras, desagregaciones o cualquier otra lesión. Si se observa alguna anomalía se reparará inmediatamente para evitar su continuidad.
- La durabilidad, eficacia y estabilidad de los productos aplicados es muy elevada, de forma que no requieren un mantenimiento específico y son válidas las recomendaciones establecidas en los criterios de durabilidad para hormigón de las normativas vigentes.

conclusión

- Elegir el material adecuado para cada aplicación.
- Es fundamental preparar adecuadamente el soporte.
- Elegir los adhesivos adecuados.
- Respetar las condiciones de aplicación.
- Respetar los tiempos de secado y/o fraguado.
- Determinar el tamaño de la junta más adecuado.
- Rejuntar con el material necesario.

definiciones

ADHESIVOS CEMENTOSOS

También se conocen como cemento cola o mortero cola. Es un producto para la colocación de baldosas cerámicas y/o piezas de piedra natural formulado a partir de una matriz de cemento mezclada con conglomerantes hidráulicos, cargas minerales y aditivos orgánicos que sólo tiene que mezclarse con agua justo antes de su uso. Según la norma UNE-EN 12004 se clasifican con el símbolo C.

ADHESIVOS EPOXI

Son adhesivos reactivos bicomponentes que fraguan por reacción química entre una resina epoxi y un endurecedor al efectuar la mezcla de los dos componentes. Los adhesivos epoxi se caracterizan por poseer excelente resistencia a los agentes químicos, al calor y a la humedad, además de elevadísimas resistencias a la rotura por tracción y cizalla.

Como contrapartida, son frágiles al choque (impacto), poseen bajas resistencias al pelado y son irritantes.

ADHESIVOS HIDRAÚLICOS

Se caracterizan, principalmente, porque son de base cementosa, por lo que necesitan agua para que el producto actúe.

ADHESIVOS SINTÉTICOS

Se caracterizan porque no necesitan agua para que funcione y aquí se incluyen los adhesivos epoxi y los que contienen resinas, tanto de reacción como de dispersión. Los de reacción necesitan la mezcla de dos componentes que reaccionen químicamente para poder actuar, mientras que los de dispersión son como siliconas ya que curan al aire y no tienen base cementosa.

MÉTODO DE COLOCACIÓN "A TESTA"

También llamado "a hueso" o "a tope". Es la colocación de baldosas sin juntas de colocación entre ellas, de forma que las caras laterales de las baldosas adyacentes se tocan. Esta modalidad de colocación no está autorizada en otros países en base de normativa ya que rigidiza el pavimento enormemente, aunque en nuestro país es una modalidad que todavía se suele usar.

MASILLAS

COMPOSICIÓN	A BASE DE SILICONAS	DE POLIURETANO	DE POLISULFURO
MODO DE ENDURECIMIENTO	Las siliconas endurecen con el ambiente y son monocomponentes, por lo que no requieren ser mezcladas. Tienen un proceso lento de endurecimiento de 1mm/día, lo que hace que sólo sean válidas para sellar juntas pequeñas (poco profundas).	Pueden ser monocomponentes (las más comunes) o bicomponentes (en desuso). Las monocomponentes endurecen con la humedad ambiental, por lo que en zonas de costa endurecen con más rapidez.	Siempre son bicomponentes y endurecen debido a la reacción que se produce tras el mezclado de ambos componentes. Normalmente son transitables a los dos días, aunque su endurecimiento total no se produce hasta los siete días.

COMPOSICIÓN	A BASE DE SILICONAS	DE POLIURETANO	DE POLISULFURO
MODO DE ENDURECIMIENTO		La velocidad de endurecimiento es de, aproximadamente, 4mm/día y empieza a endurecer por la cara expuesta al ambiente de forma que inicialmente endurecerá formando una película superficial aunque por debajo aún estará blando.	
VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> - Las siliconas se caracterizan, generalmente, por tener adherencia a casi todo tipo de sustratos sin necesidad de imprimaciones. - Tienen buena capacidad de deformación llegando a un 25%, lo que significa que respecto al estado original pueden estirarse hasta un 125% o reducirse hasta el 75% de su estado original. - Tienen mucho aguante a la temperatura, pudiendo llegar a estar expuestas desde -40°C hasta +165°C sin que se dañe. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tienen buenas prestaciones de deformabilidad (hasta el 25%). - Buena resistencia a la abrasión en algunos casos, lo que hace que se pueda aplicar en juntas vistas en pavimentos. - Buena resistencia química, lo que lo hace apto para el sellado de juntas en canalizaciones de agua, pavimentos industriales con vertidos puntuales, depuradoras, etc. - Mayor rapidez de endurecimiento que una silicona. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tiene buenas prestaciones de deformabilidad (hasta el 25%), aunque en algunos casos menos. - Muy buena resistencia a la abrasión. - Excelente resistencia química incluso resistencia química a disolventes, lo que hace que sea ideal para industrias, gasolineras, etc.
INCONVENIENTES	<ul style="list-style-type: none"> - Tienen baja resistencia a la abrasión, por lo que no se aconseja su aplicación en suelos expuestos a tránsito, sólo se puede aplicar en suelos cuando sea en el perímetro, es decir, que no se transite ni haya desgaste. - Tiene un lento proceso de endurecimiento (como hemos visto en el modo de endurecimiento). 	<ul style="list-style-type: none"> - Tienen resistencia a la temperatura más limitada, variando entre -30°C y +80°C. - Requieren imprimaciones para soportes distintos al hormigón o mortero ya que la adherencia es menor que en las siliconas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tienen resistencia a la temperatura más limitada, variando entre -40°C y +100°C. - Requieren imprimaciones para casi todos los soportes, incluso hormigón.
OTROS	Hay dos tipos de siliconas: ácidas, que en el proceso de endurecimiento desprenden ácido acético que puede afectar a la piedra natural o al hormigón y neutras, que no desprenden ácido y son aptas para todo tipo de materiales.		

DIFERENCIA ENTRE MASILLAS MONOCOMPONENTES Y BICOMPONENTES

La principal diferencia entre masillas monocomponentes y bicomponentes es que las masillas monocomponentes se secan al aire libre, actuando igual que un cemento ya que se mezclan con agua, mientras que las bicomponentes necesitan de la unión de dos componentes para poder actuar y no necesitan agua.

TÉCNICA DE SIMPLE ENCOLADO

Es una técnica de aplicación del adhesivo con llana dentada, con una primera aplicación de material sobre el soporte de colocación con la parte lisa de la llana y posterior peinado con la parte dentada de la misma. Este método de colocación se recomienda especialmente en la colocación de cerámica en alicatados, solados, baldosas de formato reducido en interiores y zonas de tránsito reducido.

TÉCNICA DEL DOBLE ENCOLADO

Es una técnica de aplicación del material de agarre con llana dentada, con una primera aplicación de material sobre el soporte de colocación con la parte lisa de la llana y posterior peinado con la parte dentada de la misma y, además, aplicación del material sobre el reverso de la baldosa aplicado con la parte lisa de la llana. Se aplica para recubrimientos cerámicos que superen las dimensiones de 900cm^2 ; baldosas que por su peso excedan de 60kg/m^2 y todas aquellas aplicaciones que, por su uso o bien por su localización sea preciso reforzar los niveles de seguridad, por ejemplo, fachadas de locales públicos, centro hospitalarios y de enseñanza, etc.

TIEMPO ABIERTO

Es el intervalo máximo de tiempo, indicado por el fabricante bajo unas determinadas condiciones climáticas, comprendido entre la aplicación de un adhesivo o puente de unión sobre el soporte y el momento en que pierde sus propiedades para unir otro material.

TIEMPO DE MADURACIÓN

Es el intervalo de tiempo entre la preparación del mortero y el momento en que está listo para el uso. Depende de la cantidad y tipo de resina hidrodispensable que contenga el producto, ya que representa el tiempo que éstas precisan para ser efectivas.

TIEMPO MUERTO

Es el tiempo que transcurre desde que se detiene momentáneamente la actividad que se estaba realizando hasta que se vuelve a retomar su realización.



ctap