

INFORME 1.2.1

INFORME DE BUENAS PRÁCTICAS SOBRE MÉTODOS, HABILIDADES Y COMPETENCIAS EN RELACIÓN CON LOS PRODUCTOS DE ARCILLA

EJECUCIÓN DE PAVIMENTO CON ADOQUÍN CERÁMICO CON CAMA DE ARENA

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	3
1. Antecedentes	3
2. CONSIDERACIONES MEDIOAMBIENTALES	4
3. CONSIDERACIONES CONSTRUCTIVAS	6
4. PROCESO DE EJECUCIÓN	10
EJECUCION DE PAVIMENTOS FLEXIBLES	10
1. Preparación de la explanada.....	10
2. Extendido y compactación de la sub-base.	10
3. Extendido y compactación de la base.	14
4. Ejecución de los bordes de confinamiento.	15
5. Colocación de los adoquines cerámicos.	21
6. Llenado de juntas y compactado.....	26
EJECUCION DE PAVIMENTOS RIGIDOS	30
1. Preparación de la explanada.....	30
2. Extendido y compactación de la sub-base.	30
3. Ejecución de la base.	30
4. Extendido de la capa de mortero.	32
5. Colocación de los adoquines cerámicos.	32
6. Relleno de las juntas y limpieza.	33
5. RESUMEN DE PASOS A SEGUIR EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO	35
6. REFERENCIAS	36



1. INTRODUCCIÓN

1. Antecedentes

El proyecto BIMclay nace con el propósito de producir y desarrollar materiales didácticos basados en la metodología BIM, que aborden los retos relacionados con el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) de los productos de arcilla, para que sirvan de base formativa para profesionales del sector cerámico. Para ello, es necesario definir y recopilar los sistemas de ejecución y métodos de colocación más adecuados para productos de arcilla.

La primera tarea del proyecto BIMclay “O1. *Establecimiento de resultados de aprendizaje comunes sobre métodos de colocación de arcilla, Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y normativas*” engloba una serie de tareas específicas entre las que encontramos la elaboración de este informe “*Ejecución de pavimentos con adoquín cerámico con cama de arena*”.

Este informe de buenas prácticas aborda las habilidades y competencias, así como la definición de los procesos de ejecución más sostenibles y respetuosos con el medio ambiente.

El presente informe “Ejecución de pavimentos con adoquín cerámico con cama de arena” trata el proceso constructivo de un pavimento exterior sobre lecho de arena.

2. CONSIDERACIONES MEDIOAMBIENTALES

Las Declaraciones Ambientales de Producto (DAP) son la forma más clara y rigurosa e internacionalmente aceptada para proporcionar el perfil ambiental de un producto a lo largo de su ciclo de vida.

La DAP “**Adoquines cerámicos según la Norma UNE-EN 1344**” ha sido verificada y publicadas en el programa GlobalEPD de AENOR.

Las DAP de adoquines cerámicos ha sido realizada según la metodología del ACV con información ambiental cuantificada de todo su ciclo de vida. Es decir, la DAP de adoquines cerámicos es del tipo “cuna a tumba”, tal y como puede verse en la siguiente tabla, que incluye las etapas del ciclo de vida consideradas.

Etapas de producto	A1	Suministro de materias primas	X
	A2	Transporte a fábrica	X
	A3	Fabricación	X
Construcción	A4	Transporte a obra	X
	A5	Instalación / construcción	X
Etapas de uso	B1	Uso	X
	B2	Mantenimiento	X
	B3	Reparación	X
	B4	Sustitución	X
	B5	Rehabilitación	NR
	B6	Uso de energía en servicio	X
	B7	Uso de agua en servicio	X
Fin de vida	C1	Deconstrucción / demolición	NR
	C2	Transporte	X
	C3	Tratamiento de los residuos	X
	C4	Eliminación	X
	D	Potencial de reutilización, recuperación y/o reciclaje	MNE
X = Módulo incluido en el ACV; NR = Módulo no relevante; MNE = Módulo no evaluado			

Fuente: Manual para el Uso del Adoquín Cerámico



Dicha DAP ha sido desarrollada y verificada según las normas UNE-EN 15804 y UNE-EN ISO 14025 y las Reglas de Categoría de Productos (RCP) de productos de arcilla cocida utilizados en construcción del programa GlobalEPD de AENOR.

La unidad funcional de la DAP de Hispalyt se define como 1 tonelada de adoquín cerámico con una vida útil media de referencia de 150 años.

En la DAP se detalla la formulación a emplear (factor de conversión) para transformar la unidad funcional de una tonelada de adoquín cerámico a un metro cuadrado de pavimento.

3. CONSIDERACIONES CONSTRUCTIVAS

Entre los pavimentos de adoquín cerámico se distinguen dos tipologías:

- Pavimento flexible.
- Pavimento rígido.

USO Y SELECCIÓN DE LA TIPOLOGÍA DE PAVIMENTACIÓN:

Los adoquinados cerámicos colocados como pavimento rígido son aconsejables en los siguientes casos:

- Pavimentos con pendiente superior al 9%.
- Zonas donde se prevean proyecciones continuadas de agua, como lavaderos de vehículos, bordes de piscinas y zonas de duchas, industrias en las que se requieran frecuentes lavados a presión del pavimento, etc.
- Cuando el proyectista o prescriptor busque el efecto de llaga ancha, o lo requieran otros condicionantes del proyecto.

Fuera de los casos anteriormente mencionados como aconsejables para pavimento rígido, se recomienda la solución de pavimento flexible con adoquín cerámico por las siguientes razones:

- La utilización de arena supone una disminución en los costos, tanto en materiales al evitar el empleo de morteros, como en mano de obra, ya que los rendimientos de ésta aumentan de forma considerable.
- No es necesario realizar juntas de dilatación en este tipo de adoquinado, lo que confiere una continuidad al pavimento que mejora el aspecto estético y permite al proyectista una mayor libertad en el diseño del espacio.
- Con una base bien calculada y eligiendo el modelo de adoquín adecuado, permite con total garantía, la pavimentación de viales que soporten tráfico de vehículos pesados.
- Facilita cualquier tipo de reforma que quiera hacerse al pavimento con posterioridad. Esto es especialmente útil cuando se necesite realizar reparaciones en las redes de servicio enterradas bajo el pavimento, pues permite la reutilización de las piezas que hayan de levantarse en su misma posición. Esto no sólo es un ahorro económico, sino que evita los habituales “parches” que se producen en otros pavimentos.
- La puesta en servicio de estos pavimentos es inmediata, sin tener que esperar a que los aglomerantes adquieran la resistencia necesaria.

ELEMENTOS QUE COMPONEN CADA TIPOLOGÍA DE PAVIMENTACIÓN:

Pavimento flexible.

El sistema constructivo para la ejecución de pavimentos flexibles con adoquín cerámico consiste en la colocación de las piezas sobre una cama de arena gruesa, precompactada sin aglomerantes y el relleno posterior de las juntas con arena de menor diámetro y compactación del conjunto.

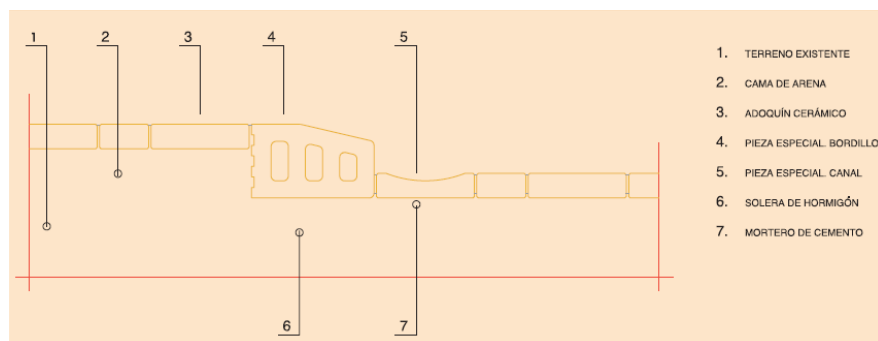
Los elementos que componen este pavimento son:

- Bordes de confinamiento.

Son los elementos de contención del pavimento que preceden a la colocación de la capa de arena.

Sus funciones principales son: evitar los desplazamientos de las piezas, las aperturas de las juntas y la pérdida de trabazón entre los adoquines de arcilla cocida.

Para garantizar dichas funciones correctamente es necesaria una fijación mínima, apoyando 15 cm los bordes de confinamiento, como mínimo, por debajo del nivel inferior de los adoquines.



Fuente: Manual para el Uso del Adoquín Cerámico

- Capa o cama de arena.

Este elemento es colocado sobre la base ya ejecutada del firme, siendo aconsejable la ejecución de esta capa de nivelación o cama de arena con arena natural bien lavada. La granulometría estará comprendida entre 5 y 0,4 mm, no debiendo existir más de un 10% de material que exceda o esté por debajo de estos márgenes. En general las arenas naturales gruesas dan

buenos resultados. El material no contendrá más de un 3% de arcillas y limos y estará exento de materias extrañas y sales perjudiciales.

Una vez colocados los adoquines cerámicos y vibrado el pavimento, el espesor de esta capa estará comprendido entre 3 y 5 cm, debiendo ser toda la capa de arena de espesor uniforme.

Si el espesor de la capa de arena en adoquinado es reducido (< 5 cm), se ha demostrado que las deformaciones por rodadas de vehículos también decrecen.

Una de las causas más comunes de fallo en los pavimentos adoquinados es la ejecución de una capa de arena con demasiado espesor para corregir una incorrecta nivelación de la base. Dicha capa gruesa se comprime y consolida con el paso de los vehículos, provocando irregularidades en la superficie adoquinada, por tanto, se aconseja la ejecución de la capa de arena con los espesores antes mencionados.

- Adoquines cerámicos.

Son las piezas resistentes y, a la vez, decorativas colocadas sobre la cama de arena anteriormente ejecutada. Se recuerda que, para adoquines cerámicos en pavimentos flexibles, los espesores nominales de las piezas no deberán ser inferiores a 40 mm y las dimensiones nominales serán tales que la relación entre longitud y anchura totales no sea superior a 6.

La junta ideal entre adoquines cerámicos estará comprendida entre 3 y 5 mm y no se colocarán en ningún caso piezas a tope, desaconsejando pues el uso de herramientas automatizadas que coloquen de esta manera las piezas.

- Arena de sellado.

Se procederá al relleno de juntas entre adoquines cerámicos, utilizando arena natural, fina, seca y de granulometría comprendida entre 0 y 2 mm, exenta de sales solubles perjudiciales.

Se desaconseja la utilización de arenas de machaqueo calizas, ya que suelen presentar un alto contenido de polvo que empañaría la superficie del pavimento. Las arenas muy limpias facilitan el relleno de estas juntas, pero pueden tener el defecto de quedar algo sueltas en una primera etapa, apelmazándose poco a poco con el paso del tiempo. Las arenas con un contenido moderado de limos mejoran este sellado inicial del adoquinado.

Pavimento rígido.

El sistema constructivo para la ejecución de pavimentos rígidos con adoquín cerámico consiste en la colocación de las piezas con juntas de mortero sobre un lecho similar de mortero, éste último colocado a su vez sobre una base rígida.

Los elementos que componen este pavimento son:

- Capa de mortero.

Este elemento se situará sobre la solera de hormigón de la base del firme.

Se recomienda, para esta capa, el empleo de un mortero M-15 (con dosificaciones 1:3, o bien 1:1/4:3 si se quiere adicionar cal), con consistencia dura y espesores de capa de unos 3 cm.

- Junta de dilatación.

La junta de dilatación del pavimento adoquinado se hará coincidir con las juntas ya realizadas en la capa base, teniendo una profundidad equivalente a todo el espesor del pavimento de adoquín cerámico. Su misión es la de acomodar los movimientos que puedan producirse como consecuencia de fenómenos de dilatación térmica, expansión por humedad, etc.

Las dimensiones de este elemento serán de unos 20 mm, siendo necesario colocar juntas de dilatación cada 5 x 5 m.

Estas juntas deberán de ser rellenadas y selladas con un material suficientemente elástico.

- Adoquín cerámico.

Son las piezas resistentes y, a la vez, decorativas colocadas sobre la capa de mortero anteriormente ejecutada. Se recuerda que, en pavimentos rígidos, los adoquines cerámicos no deberían tener picos espaciadores y se recomienda separarlos por una junta de mortero de entre 6 y 10 mm.

El espesor de los adoquines cerámicos, en pavimentación rígida, no será inferior a 30 mm.

- Mortero de relleno de juntas.

Una vez colocados los adoquines cerámicos correctamente alineados y nivelados, se procede a completar el relleno de las juntas mediante un mortero de igual dosificación que el usado para el asiento de los adoquines cerámicos, pero con consistencia blanda o fluida, en este último caso pueden utilizarse recipientes con embocadura tipo jarra, lo que permitirá menor ensuciamiento de los adoquines.

4. PROCESO DE EJECUCIÓN

EJECUCION DE PAVIMENTOS FLEXIBLES

1. Preparación de la explanada.

El área a pavimentar ha de ser limpiada, desbrozada y excavada o rellenada a la cota adecuada necesaria para lograr los espesores, las pendientes y los niveles requeridos por el proyecto procurando que las desviaciones sean mínimas.

La resistencia del terreno, el nivel freático y la nivelación de superficie preparada deben ser conocidos para una buena realización del pavimento.

En caso de suelos clasificados como inadecuados para servir de base de explanación, de acuerdo con el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes PG-3, se procederá a su sustitución o consolidación.

Se cuidará la eliminación de zonas reblandecidas y el establecimiento de rasanteos que impidan la acumulación de agua durante los trabajos.



Fuente: Web proyecto BIMclay.

2. Extendido y compactación de la sub-base.

Es aconsejable la introducción de esta capa, siempre que el adoquinado vaya a soportar tráfico pesado. En caso de zonas peatonales, dependiendo de la naturaleza de la base de la explanación y del tipo de base que se proyecte, puede resultar necesaria igualmente la inclusión de subbase.

El material a emplear estará compuesto por áridos naturales o procedentes del machaqueo de piedra de cantera o grava natural, escorias, suelo seleccionado o materiales locales exentos de arcillas, margas o materia extraña.

Su tamaño máximo no excederá de 1/2 del espesor de cada tongada. La curva granulométrica se adaptará a los husos definidos por el PG-3, en el caso de zahorras naturales se adaptará a uno de los siguientes:

Cernido ponderal acumulado (% en masa)			
Abertura Tamices UNE-EN 933-2 (mm)	Tipo de zahorra natural *		
	ZN40	ZN25	ZN20
50	100	-	-
40	80 - 95	100	-
25	60 - 90	75 - 95	100
20	54 - 84	65 - 90	80 - 100
8	35 - 63	40 - 68	45 - 75
4	22 - 46	27 - 51	32 - 61
2	15 - 35	20 - 40	25 - 50
0,500	7 - 23	7 - 26	10 - 32
0,250	4 - 18	4 - 20	0 - 11
0,063	0 - 9	0 - 11	0 - 11

* La designación del tipo de zahorra se hace en función del tamaño máximo nominal, que se define como la abertura del primer tamiz que retiene más de un diez por ciento en masa.

Fuente: Manual para el Uso del Adoquín Cerámico

El material será no plástico y su equivalente de arena superior a 30 (EA > 30).

La capacidad de soporte del material será tal que cuente con un índice CBR superior a 20. Una vez extendido el material en obra se procederá a su humectación adecuada para ser compactado. La densidad alcanzada tras la compactación será superior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor modificado.

A la hora de elaborar la base se cuidará de forma especial la nivelación de la rasante de proyecto, evitando al máximo las posibles desviaciones. De otra forma pueden producirse discontinuidades en la cama de arena que afectaran al comportamiento homogéneo del adoquinado, sobre todo durante su proceso de compactación.

Se puede utilizar, debidamente dimensionados, cualquiera de los siguientes materiales:

a) Zahorras artificiales.

Lo más indicado es utilizar material procedente del machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural. La fracción retenida por el tamiz 5 UNE deberá contener al menos un 50% en peso de elementos que presenten dos caras o más de fractura. Estará exento de materia orgánica, polvo, arcillas y cualquier otra materia perjudicial. El material será no plástico y su equivalente de arena superior a 35 para tráfico pesado y el 30 para el resto de los casos.

La curva granulométrica de los áridos se adaptará a uno de los siguientes husos definidos por el PG-3:

Cernido ponderal acumulado (% en masa)			
Abertura Tamices UNE-EN 933-2 (mm)	Tipo de zahorra artificial *		
	ZA25	ZA20	ZAD20
40	100	-	-
25	75 - 100	100	100
20	65 - 90	75 - 100	65 - 100
8	40 - 63	45 - 73	30 - 58
4	26 - 45	31 - 54	14 - 37
2	15 - 32	20 - 40	0 - 15
0,500	7 - 21	9 - 24	0 - 6
0,250	4 - 16	5 - 18	0 - 4
0,063	0 - 9	0 - 9	0 - 2

* La designación del tipo de zahorra se hace en función del tamaño máximo nominal, que se define como la abertura del primer tamiz que retiene más de un diez por ciento en masa.

Fuente: Manual para el Uso del Adoquín Cerámico

Una vez extendido el material se humectará de forma adecuada para proceder a su compactación, que deberá alcanzar el 100% de la densidad máxima obtenida en el ensayo Proctor modificado. En ocasiones es aconsejable el recebado con arena y su compactación para evitar pérdidas posteriores de la cama de arena, o bien interponer una lámina de material geotextil.

b) Gravacemento.

Los áridos a emplear en la mezcla procederán del machaqueo de piedra de cantera o de gravas naturales. La granulometría se acomodará a alguno de los husos definidos en el PG-3:

Cernido ponderal acumulado (% en masa)		
Abertura Tamices UNE-EN 933-2 (mm)	Tipo de gravacemento	
	GC25	GC20
40	100	-
25	76 - 100	100
20	67 - 91	80 - 100
8	38 - 63	44 - 68
4	25 - 48	28 - 51
2	16 - 37	19 - 39
0,500	6 - 21	7 - 22
0,063	1 - 7	1 - 7

Fuente: Manual para el Uso del Adoquín Cerámico

Los áridos empleados serán no plásticos y su equivalente de arena superior a 30 ($EA > 30$). Estarán exentos de materia orgánica y la proporción de terrones de arcilla será inferior al 2% en peso.

El cemento a utilizar será tipo II clase 32,5 (N/mm²). La dosificación de cemento no superará el 4,50% en peso respecto al total de áridos.

La resistencia a compresión de probetas a siete días, fabricadas en obra con el molde y compactación del Proctor modificado no será inferior a 35 kg/cm².

La puesta en obra se realizará siguiendo las recomendaciones del PG-3, con especial cuidado en la humectación adecuada del soporte y en evitar segregaciones de la mezcla en el transporte. Es necesario garantizar la continuidad de los trabajos y, en caso de interrupciones de importancia se ejecutarán las oportunas juntas de trabajo.

La compactación se efectuará en una sola tongada, recomendándose alcanzar el 100% de la densidad máxima del Proctor modificado de la mezcla con cemento, y en ningún caso inferior al 97%.

Una vez terminada la compactación, se mantendrá húmeda la capa gravacemento y con posterioridad es recomendable aplicar un riego con ligante bituminoso sobre el que se espolvoreará arena de 0 – 5 mm.



Fuente: Web proyecto BIMclay.

c) Hormigón.

Se recomienda la utilización de hormigones en masa de resistencia característica no inferior a 10 N/mm², pudiéndose emplear áridos con tamaño máximo de 40 mm. que cumplan las especificaciones de la instrucción EHE.

Se cuidará durante la ejecución la humectación del soporte o bien la interposición de membranas plásticas que eviten la deshidratación de la mezcla. La superficie se alisará “a pasa regla”, evitándose resaltes o rehundidos de importancia, pero sin alisarla por completo. También se dispondrán las juntas de dilatación y de trabajo oportunas. Por último, se efectuará un adecuado curado del hormigón por los métodos que se estimen convenientes.

3. Extendido y compactación de la base.

Para la buena ejecución del pavimento, es necesario que previamente a la colocación de los adoquines se hayan colocado los bordes de confinamiento o bordillos perimetrales, a fin de tener la alineación y soporte necesarios para la realización del pavimentado, conteniendo el empuje exterior que produce el pavimento y evitando que la arena pueda dispersarse.

Mediante la ejecución de los bordes de confinamiento se evitan los desplazamientos de las piezas, aperturas de las juntas y pérdida de trabazón entre los adoquines de arcilla cocida.

Si se eligiese la opción de construir los bordes de confinamiento después de la colocación del adoquinado, se tendrían que limitar las cargas sobre el pavimento en un margen de

aproximadamente 1 metro, contado desde el extremo sin confinar. En este caso, previo a la construcción del borde, se comprobará el correcto estado de los adoquines extremos, procediendo a colocarlos de nuevo en caso necesario.

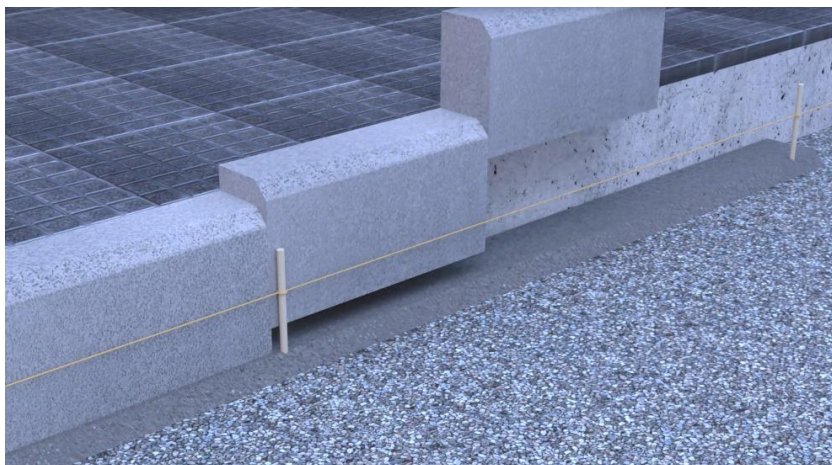
Para garantizar la fijación necesaria, los bordes de confinamiento deben apoyarse 15 cm, como mínimo, por debajo del nivel inferior de los adoquines.

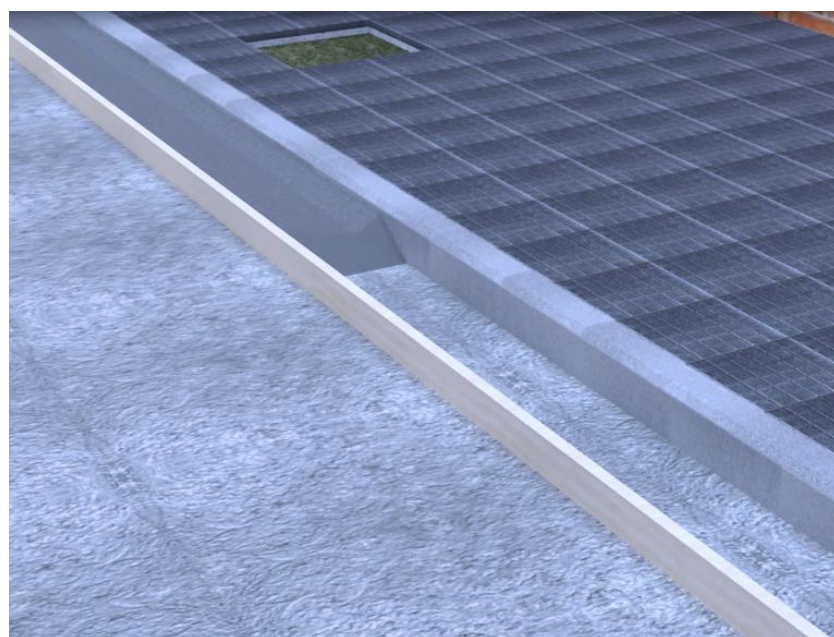
También se debe tener en cuenta la precaución de sellar las juntas verticales entre los elementos contiguos para evitar la salida de arena (capa de arena o arena de sellado). Hay varios tipos de bordillos: piezas especiales de borde de arcilla cocida, muro, bloque de hormigón, rígola, piedra natural, ...

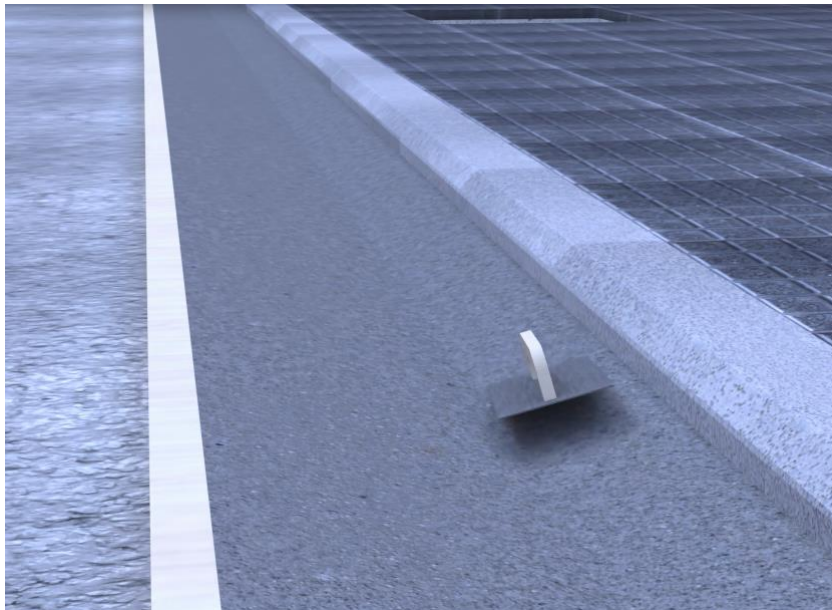
4. Ejecución de los bordes de confinamiento.

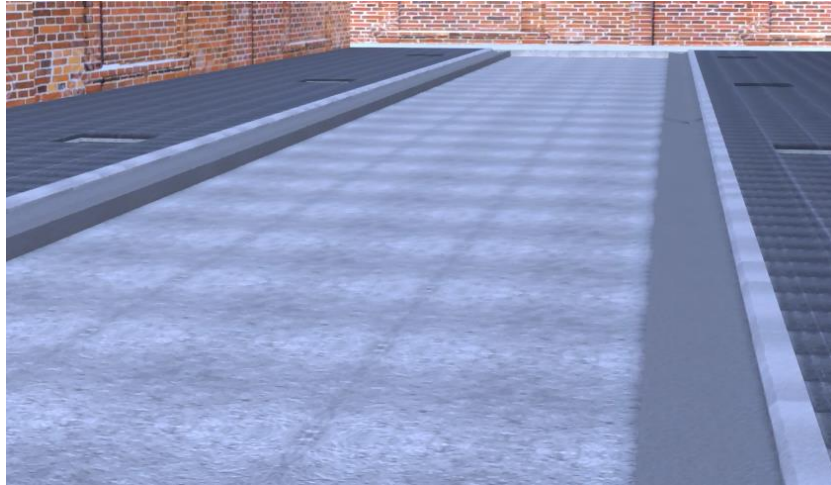
El espesor de esta capa estará comprendido entre 3 y 5 cm una vez colocados los adoquines cerámicos y vibrado el pavimento.

Antes de iniciar el extendido de la arena en una zona, se habrán ejecutado todos los bordillos y demás elementos de contención del pavimento, así como los drenajes necesarios, en su caso, para evacuar aguas de filtración.







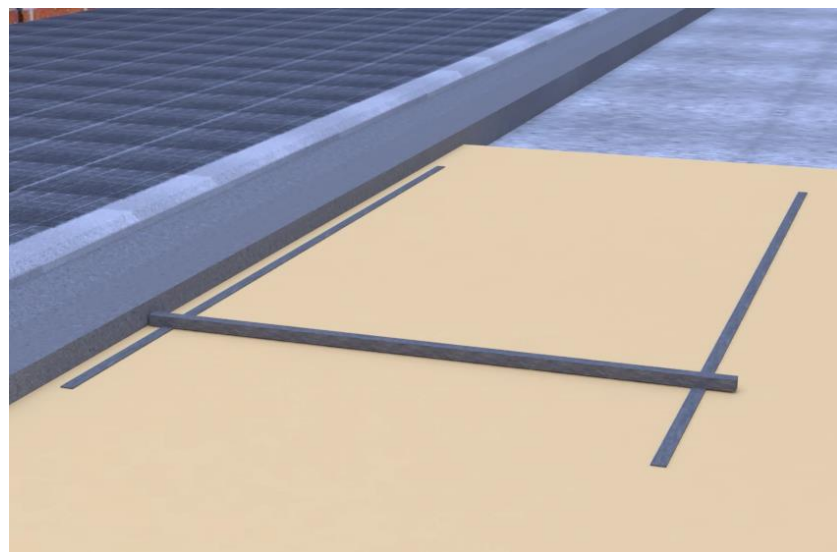
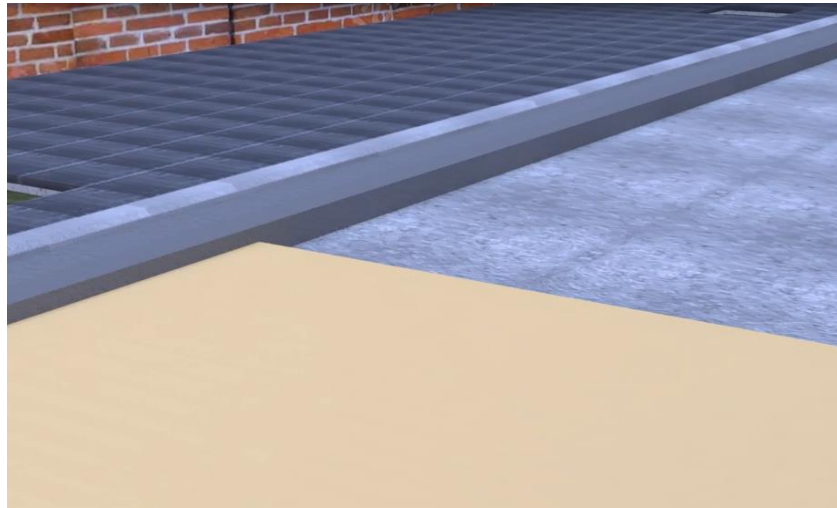


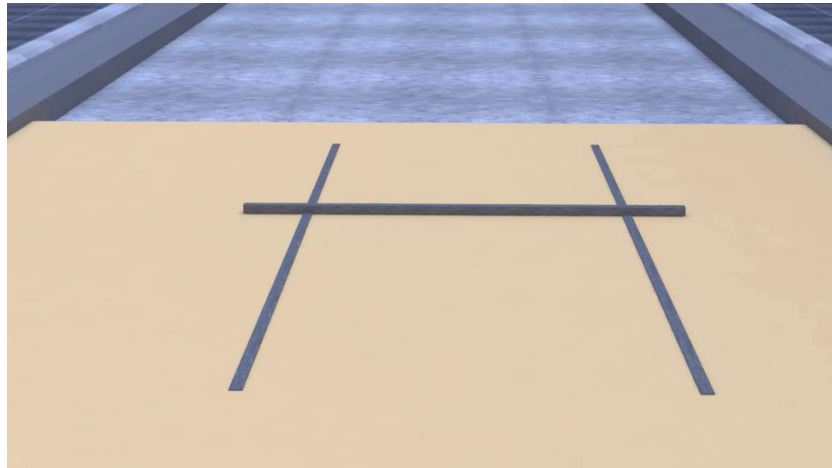
Fuente: Web proyecto BIMclay.

Para evitar desperdiciar material, no es recomendable extender arena en tramos muy extensos a la vez, lo que implica una correcta organización del tajo mediante tramos de 3 ó 4 metros.

Los pavimentos flexibles de adoquín cerámico, terminan comportándose como pavimentos impermeables, ya que el polvo y la suciedad acaban colmatando totalmente las llagas, impidiendo infiltraciones de agua por las mismas, por lo que se proyectarán con elementos de drenaje superficial. De todas formas, a fin de evitar posibles saturaciones de la cama de arena en la primera etapa de utilización, cuando la base es impermeable, pueden preverse drenajes en aquella. En estos casos se tomará la precaución de interponer membranas de tipo geotextil entre la arena y el elemento de drenaje a fin de evitar asientos por pérdida de arena.

La arena se extenderá en una capa uniforme, suelta y sin compactar, hasta la altura necesaria para obtener, una vez compactada, las rasantes fijadas. El sistema habitual para rasantear esta capa es la utilización de reglas corridas sobre maestras en las que se han registrado las rasantes.





Fuente: Web proyecto BIMclay.

Otro sistema que puede servir para el extendido de esta capa, mejorando los rendimientos, consiste en rasantear la arena utilizando reglas vibratorias.

La precompactación de la arena se efectuará mediante apisonadoras de rodillos o bandejas vibratorias.

Siempre es preferible pecar por defecto a la hora de extender la arena y recrecer, si es preciso, una vez precompactada la tongada, volviendo a compactar cuando la cantidad agregada tenga cierta importancia.

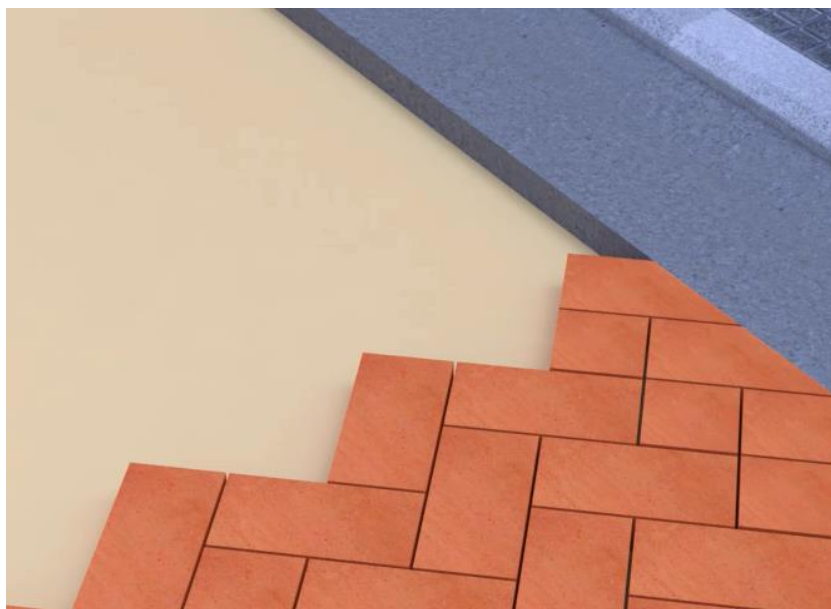
5. Colocación de los adoquines cerámicos.

Una vez rasanteada y precompactada la capa de arena, se procederá a colocar sobre ella los adoquines cerámicos de acuerdo con el aparejo proyectado.

Existen multitud de posibilidades para el diseño de pavimentos cerámicos, combinando los distintos aparejos posibles para cada modelo, los diferentes formatos y colores.

A la hora de proyectar firmes flexibles con adoquín cerámico, se tendrán en cuenta la adecuada previsión de pendientes y elementos de desagüe superficial. A fin de conseguir un drenaje adecuado, las pendientes transversales deben ser de al menos un 2% y los desniveles del canal del 1% aproximadamente. Cuando se proyecten tramos de pendiente superior al 9% se recomienda utilizar soluciones de pavimento rígido.

Es recomendable tomar adoquines de varios pases simultáneamente, y por capas verticales y no horizontales. De este modo, el pavimento presentará una mezcla de tonos agradables y de gran efecto estético.

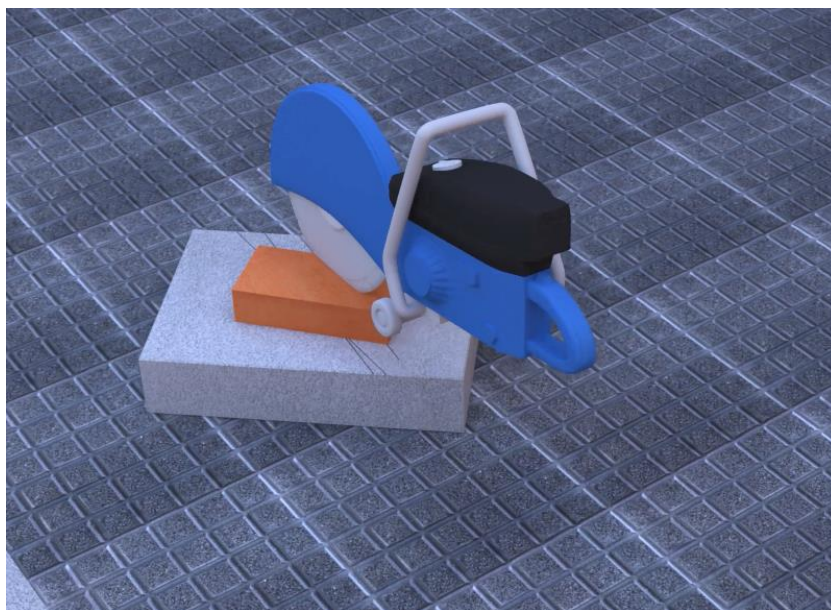


Fuente: Web proyecto BIMclay.

Es fundamental realizar un perfecto replanteo del pavimento; para conseguirlo se tomarán las piezas necesarias y se presentarán en el lugar que van a colocarse, con la separación de junta real, al objeto de ajustar en lo posible los bordes de contención a medidas de piezas completas;

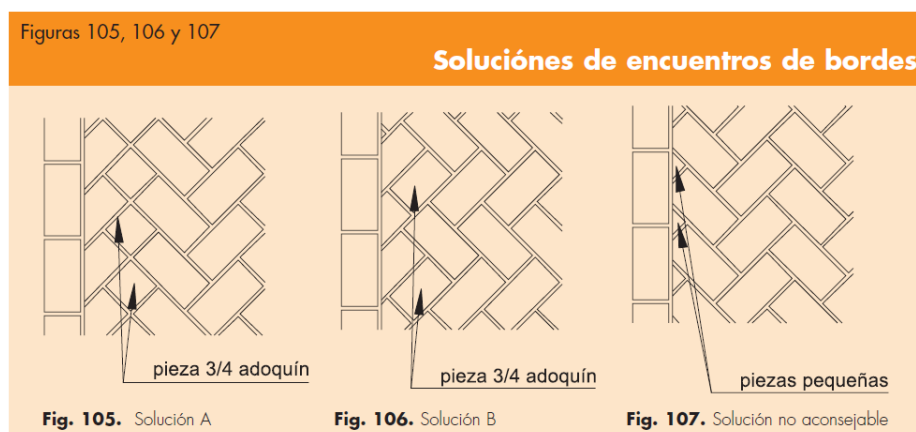
realizar correctamente esta operación evitará cortes de piezas innecesarios que encarecen la ejecución y disminuyen la calidad del acabado.

En caso de tener que cortar los adoquines se realizará con disco adecuado o cizalladora.



Fuente: Web proyecto BIMclay.

No es aconsejable colocar piezas de tamaño menor de $\frac{1}{4}$ del adoquín, pudiéndose solucionar los encuentros de borde con la inclusión de medias piezas o piezas a $\frac{3}{4}$. Si la distancia entre el adoquín y el borde es inferior a 4 cm, el hueco correspondiente se puede rellenar con mortero (relación 4:1 de arena – cemento). Las figuras 105, 106 y 107 muestran alguna posibilidad de solucionar el problema.



Fuente: Manual para el Uso del Adoquín Cerámico

Cuando existan elementos en el interior del área a pavimentar, como alcorques, pilares de estructuras, pozos de registro, etc, los ajustes de los adoquines se harán de igual forma que con los bordes de confinamiento.

La junta ideal entre adoquines estará comprendida entre 3 y 5 mm. No se colocarán en ningún caso piezas a tope. Sobre estas dimensiones, el colocador podrá realizar ligeras modificaciones al objeto de mantener las alineaciones correctas. Estas alineaciones se comprobarán de forma sistemática, mediante reglas, el suficiente número de cordeles-ejes o cualquier sistema apropiado. Igualmente se vigilarán las rasantes del pavimento, para lo que se registrarán los puntos de nivelación en maestras, que servirán de referencia para correr hilos o reglas.

La colocación del adoquín cerámico se realizará evitando pisar la capa de arena, para lo que se trabajará sobre la parte ya ejecutada del pavimento, procurando no concentrar cargas debidas a apilamiento de material (colocación de adoquines a un metro detrás del borde principal de trabajo) o a los mismos operarios cerca del borde de trabajo.

No se colocarán adoquines sobre camas de arena encharcadas o excesivamente húmedas. Para evitar problemas en caso de lluvia, se aconseja no extender capas de arena en superficies muy superiores a las que puedan cubrirse en una jornada de trabajo. Lo ideal es que al final de cada jornada la capa de nivelación sobresalga al pavimento 1 metro aproximadamente.

La secuencia de colocación del adoquín cerámico debe ser planificada para lograr un buen rendimiento de la obra. El pavimento debe comenzar siempre con una línea de bordillo, que es la guía natural. Para mantener el diseño proyectado, el adoquín cerámico ha de seguir la secuencia correcta. Las figuras 108 y 109 explican ejemplos de colocación en espina de pez a 45° y a 90°.

Figura 108

Ejemplo adoquinado espina de pez a 45°

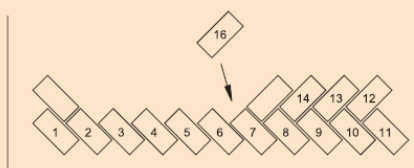
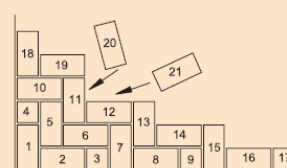


Figura 109

Ejemplo adoquinado espina de pez a 90°



Fuente: Manual para el Uso del Adoquín Cerámico

Con el diseño de espina de pez a 45° sólo podrá trabajar un albañil; a 90° más de uno. Continuamente ha de comprobarse la linealidad de las juntas: cordeles a 90° marcarán la buena realización del pavimento.





Fuente: Web proyecto BIMclay.

Una de las grandes ventajas del pavimento flexible es la rapidez de su ejecución. Para mejorar los rendimientos aconsejamos seguir las siguientes recomendaciones:

- Colocar los adoquines simplemente dejándolos caer sobre la cama de arena, alineándolos de forma aproximada, una vez se haya avanzado un tramo de dos a tres metros, se corrigen las desviaciones del tramo completo colocando un tablón contra los cantos del borde libre y golpeando con una maceta (martillo con cabeza de dos bocas iguales y mango corto) hasta llevar las piezas a la alineación requerida. Para aparejos en espiga pueden colocarse provisionalmente piezas de remate de borde para conseguir una línea recta sobre la que apoyar el tablón o bien preparar una madera con la forma de los dientes de sierra que encaje en los huecos.
- Cuando se pretendan corregir alineaciones en paños encajados entre bordes de confinamiento ya ejecutados y no se pueda seguir el método anterior, o bien para alinear piezas en aparejos donde alguna de las juntas es corrida y en la dirección de ésta, pueden utilizarse uñetas y palancas, que introducidas en las juntas desplazarán fácilmente las hiladas a la posición correcta; en este caso sólo hay que tener la precaución de encajar estos útiles de forma que no desportillen los bordes de las piezas.
- Cuando las piezas se colocan por varios operarios a la vez, especialmente si el aparejo es en espiga, es conveniente que vayan alternando sus posiciones. De esta forma se corrige las diferencias entre los tajos.

Con estos sistemas no sólo se aumenta el ritmo de ejecución, sino que el resultado final mejorará de forma visible, al absorberse las ligeras diferencias de calibre de las piezas y las imperfecciones de colocación de las mismas.

Tampoco es preciso comprobar la nivelación del pavimento pieza a pieza de forma exacta, siempre que se sitúen sobre una cama de arena bien rasanteada, pues en el proceso de compactación posterior quedarán corregidas las pequeñas irregularidades que pudieran existir. Sin embargo, es conveniente que las piezas no queden demasiado “cabeceadas”, lo que se consigue fácilmente golpeando con mazo de goma los bordes que sobresalgan de manera anormal antes de compactar; de esta forma evitaremos roturas en el apisonado.

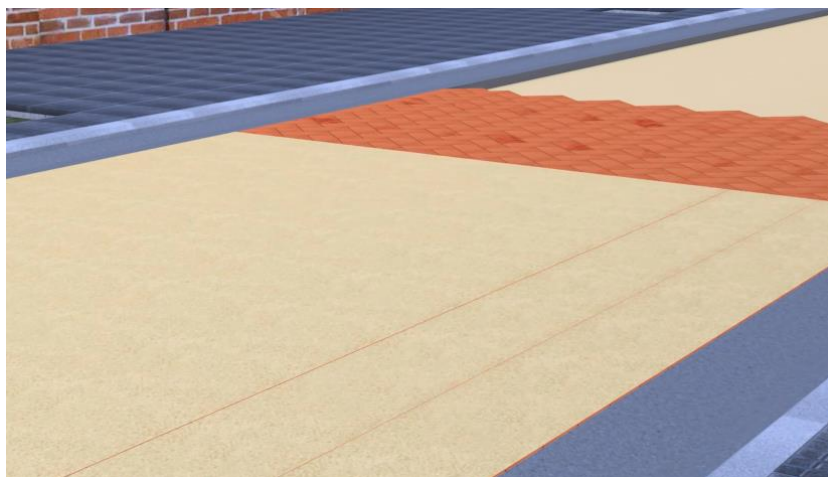
El rendimiento de colocación del adoquinado puede variar entre los 15 m²/día/hombre y los 25 m²/día/hombre, dependiendo de las características y organización de la obra. Se desaconseja el uso de procedimientos mecanizados o automatizados en los que no se permitan establecer una junta ideal entre adoquines comprendida entre 3 y 5 mm.

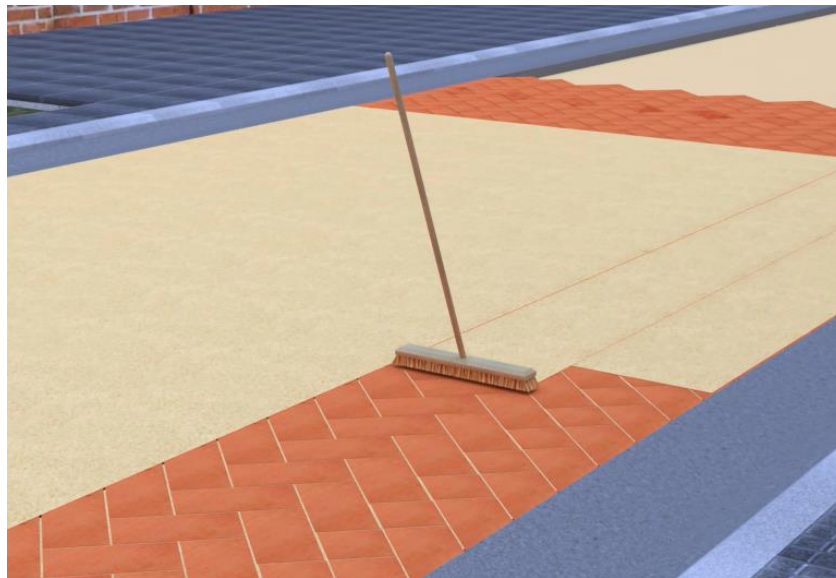
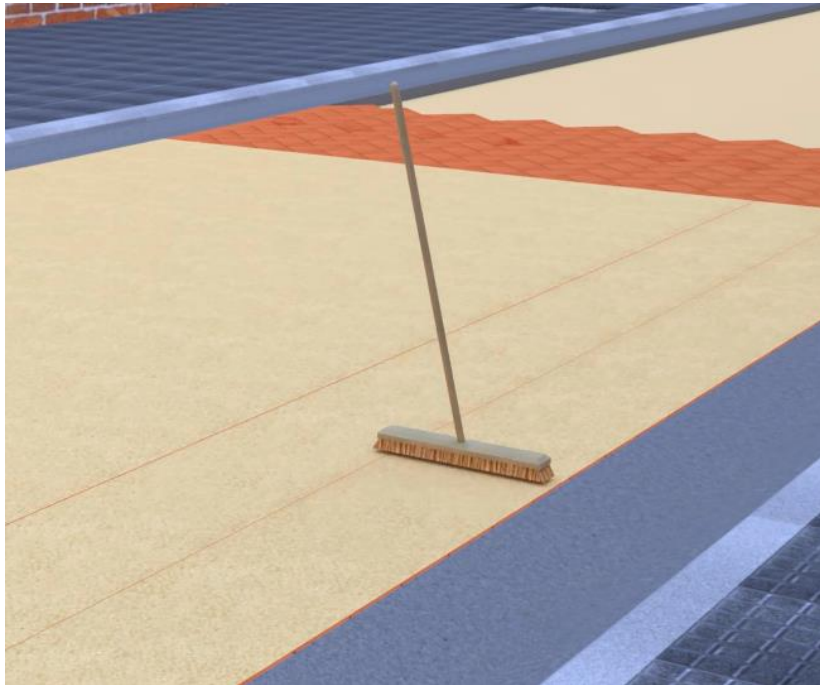
6. Llenado de juntas y compactado.

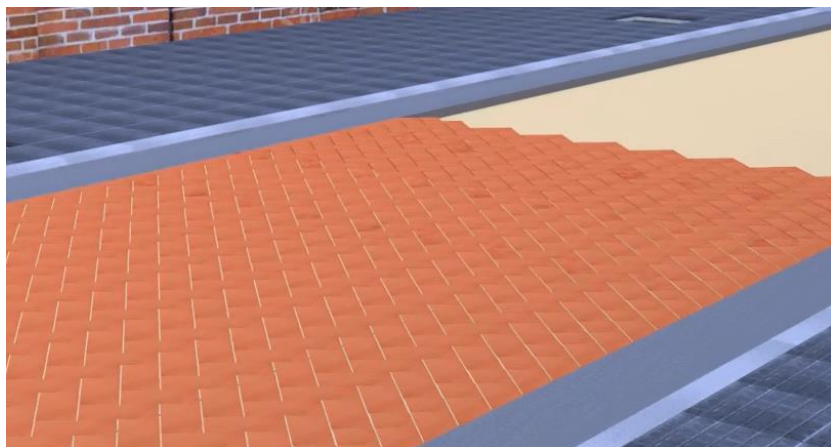
- Llenado de juntas.

Una vez colocada una superficie suficiente de adoquines cerámicos, se procederá al relleno de juntas.

La arena se extenderá sobre el pavimento, barriéndose posteriormente sobre el mismo hasta conseguir el relleno satisfactorio de las juntas; la arena sobrante se retirará de la superficie a compactar mediante barrido y no por lavado con agua.







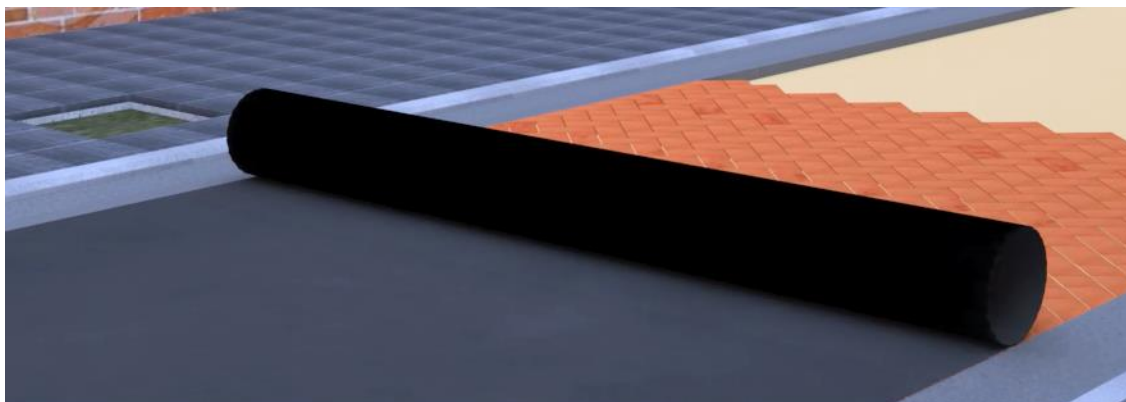
Fuente: Web proyecto BIMclay.

- Compactado.

Antes de proceder al compactado estarán totalmente rematados los encuentros de los adoquines con los elementos de sujeción y no se compactarán a menos de 1 metro de distancia de bordes sin contención del pavimento.

El tipo de compactador a utilizar dependerá de las dimensiones de la obra. Para paños reducidos pueden usarse bandejas vibrantes (normalmente con un área de 0,2 – 0,4 m²) provistas de suelas de neopreno u otro material que amortigüe los impactos sobre esquinas salientes, que podrían desportillar los bordes de los adoquines.

Para superficies mayores se aumenta el rendimiento empleando compactadores de rodillos vibrantes; en estos casos se tendrá la precaución de extender sobre el pavimento, a modo de alfombra, una lámina de fieltro o cualquier otro material que disminuya los impactos directos; será necesario en todo caso hacer una comprobación de la fuerza útil que deberá transmitir el rodillo para obtener la compactación requerida sin dañar las piezas. Para grandes extensiones pueden utilizarse junto a los rodillos vibrantes de llanta metálica, compactadores de ruedas de goma.



Fuente: Web proyecto BIMclay.

Los elementos utilizados deberán transmitir una fuerza útil comprendida entre 50 y 75 kN/m² a frecuencias entre 60 y 100 Hz. Habitualmente se requieren dos o tres pasadas con los apisonadores para conseguir la compactación adecuada. Tras cada una de las pasadas se comprobará el estado de las juntas, añadiéndose arena a medida que ésta se va introduciendo en las llagas.



Fuente: Web proyecto BIMclay.

Completada la compactación, se comprobarán los niveles del adoquinado, rectificándose, caso de ser necesario, las piezas que hayan quedado fuera de rasante. Se recebarán las juntas que no estén llenas. Una vez retirados los sobrantes de arena, al igual que en el llenado de juntas, se retirará mediante barrido y no por lavado con agua, es conveniente regar el pavimento para

facilitar el apelmazamiento del árido. Tras esta operación, el pavimento estará listo para ser utilizado.



Fuente: Web proyecto BIMclay.

EJECUCION DE PAVIMENTOS RIGIDOS

1. Preparación de la explanada.

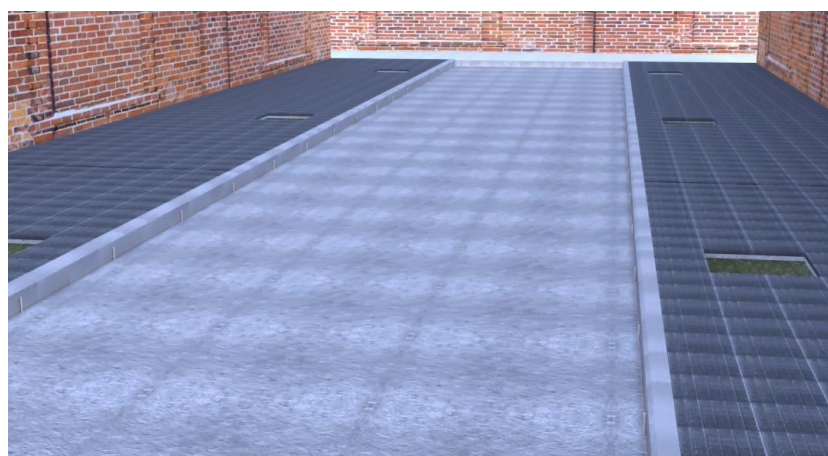
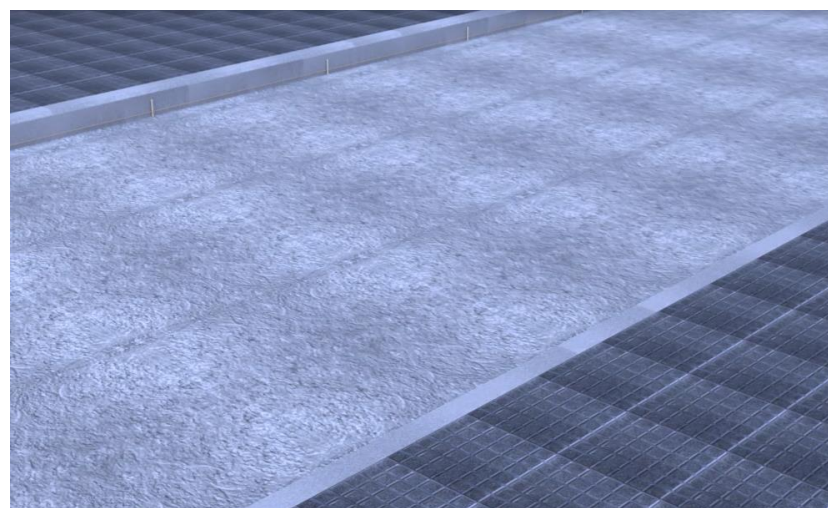
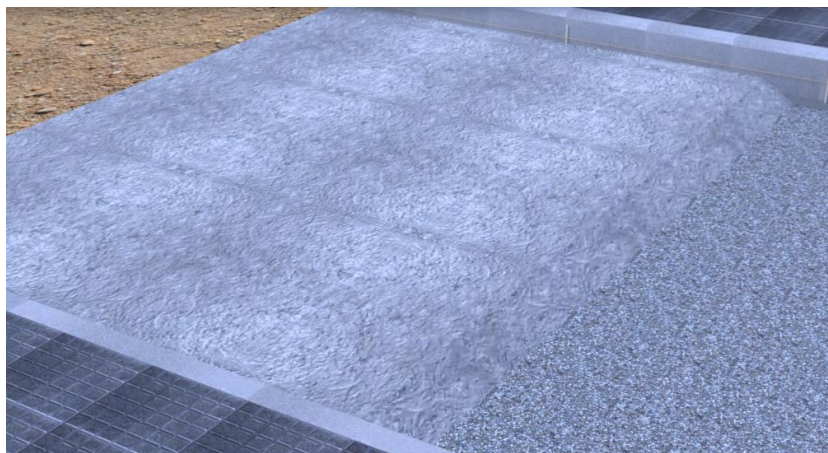
Todo lo indicado en la preparación de la explanada para pavimentos flexibles es válido para este apartado.

2. Extendido y compactación de la sub-base.

Todo lo indicado en el extendido y compactación de la sub-base para pavimentos flexibles es válido para este apartado.

3. Ejecución de la base.

Como base del pavimento se utilizará una solera de hormigón en masa, cuya sección dependerá de las cargas previstas, pudiendo añadirse una armadura de reparto cuando se estime necesario. Es importante respetar las rasantes con el mínimo de tolerancias.



Fuente: Web proyecto BIMclay.

Se dejarán previstas juntas de dilatación en todo el perímetro siempre que las dimensiones de los lados sobrepasen los 5 m, la separación entre juntas de dilatación no superará esta misma distancia de 5 m, y se procurará que los paños resultantes sean de lados sensiblemente iguales; en zonas expuestas a fuertes variaciones de temperatura puede ser necesario reducir estas dimensiones a 4 m. Se procurará hacer coincidir las juntas del pavimento con las de la base. También es necesario colocar juntas en los encuentros con elementos rígidos, como arquetas de registro, farolas, pilares y cualquier elemento anclado a la base.

4. Extendido de la capa de mortero.

Sobre la solera de hormigón de la base se extenderá una capa de mortero de unos 3 cm. Se aconseja utilizar un mortero M-15 (con dosificaciones 1:3, o bien 1:1/4:3 si se quiere adicionar cal). El mortero se colocará con consistencia dura; en ocasiones se utilizan morteros de consistencia seca, completándose su hidratación por regado a medida que se van colocando las piezas. Esta última solución, sin embargo, no es apropiada por las dudas que puede ofrecer la correcta hidratación del mortero y, por tanto, la homogeneidad de su comportamiento.

Existen otros métodos para conseguir pavimentos semi-flexibles, en los que se utilizan bases de mortero pobre, con lo que pueden espaciarse a mayor distancia las juntas de dilatación, aunque no se aconseja su empleo, por los problemas que comportan, especialmente de limpieza. Básicamente consisten en colocar los adoquines sobre una capa de mortero pobre y seco; en estos casos se suele compactar y rasantear las piezas mediante mazos de goma, aunque también podrían utilizarse, siempre que se tenga la seguridad de que el mortero aún no ha empezado a fraguar, bandejas vibrantes con suela forrada de goma o rodillos de pequeño o mediano tamaño, en este caso, protegiendo las piezas de impactos directos interponiendo fieltros u otra lámina adecuada. Posteriormente se procede a la hidratación del mortero mediante riego abundante. Una vez seca la superficie, se procede al relleno de las juntas, para lo que se utiliza una mezcla de arena y cemento en seco, que se introduce por barrido con cepillos en las juntas, se retiran entonces los sobrantes y se procede a su riego, cuidando de no lavar la mezcla de las juntas.

Con este método los restos de cemento manchan la superficie del pavimento y la limpieza del mismo resulta difícil, puesto que la poca resistencia del material con que se rellena la llaga puede ocasionar su desprendimiento y arrastre en este proceso de limpieza. Por otra parte, es difícil conseguir una hidratación homogénea del mortero, lo que puede traducirse en comportamientos variables del pavimento entre unas zonas y otras.

5. Colocación de los adoquines cerámicos.

Una vez extendida la capa de mortero se procederá a la colocación de los adoquines cerámicos, sin olvidar la necesidad de ejecutar juntas de dilatación, en todo el espesor del adoquinado, cada 5 x 5 m como mínimo.

Antes de introducir el material elástico en la junta de dilatación y proceder al sellado de la misma, se deben tener en cuenta las siguientes precauciones:

- La cavidad de la junta debe estar limpia y libre de mortero.
- El espesor de la junta debe ser constante (aprox. 20 mm).
- Antes de proceder al sellado de la junta, el pavimento estará seco.

Es recomendable que antes de la aplicación del sellante se proteja el acabado superficial del pavimento, para evitar que se manche. El acabado del sellado debe ser cóncavo, debiendo seguir las instrucciones del fabricante en su aplicación.

Los adoquines cerámicos a emplear no tendrán picos espaciadores o separadores, pues éstos sólo servirían para crear una discontinuidad en la junta de mortero, además por estética favorecería que fueran de cantos sin biselar, de esta forma se evitan la formación de juntas excesivamente anchas. Por tanto, los adoquines cerámicos estarán separados sólo por una junta de mortero de entre 6 y 10 mm nominales.

Se recomienda mezclar adoquines de varios paquetes a la vez, tomándolos en tandas verticales, para igualar las ligeras diferencias de calibre o tono que pudieran aparecer. Un buen replanteo previo, teniendo en cuenta las auténticas dimensiones de adoquines y llagas, es fundamental para evitar cortes de piezas no deseados y para marcar ejes y referencias de nivel que servirán de guía al colocador.

Para el asiento de los adoquines cerámicos sobre la capa de mortero se emplearán mazos de goma y reglas metálicas o de madera con las que se irán igualando las piezas de cada paño.

6. Relleno de las juntas y limpieza.

Una vez colocados los adoquines cerámicos correctamente alineados y nivelados, se procederá a completar el relleno de las juntas, para lo que se utilizará un mortero de igual dosificación que el de asiento, pero con consistencia blanda o fluida, en este último caso pueden utilizarse recipientes con embocadura tipo jarra, lo que permitirá menor ensuciamiento de los adoquines.

Se procurará manchar lo menos posible el adoquín cerámico durante la tarea de rejuntado, limpiando en lo posible las manchas a medida que se ejecuta el relleno, mediante trapos o estropajos limpios y sin extender el mortero por la cara de la pieza.

A pesar de que se sigan estos consejos, es previsible que queden restos de mortero sobre la superficie de la cerámica, por lo que se procederá posteriormente a una limpieza del pavimento, una vez endurecido suficientemente el mortero de las llagas para evitar su desprendimiento. Para limpiar los restos de mortero fraguado se procederá de la siguiente forma:

1. Se regará con agua limpia la superficie a tratar, lo que disminuirá la succión de la llaga de mortero.
2. Utilizando una mezcla de una parte de ácido clorhídrico comercial (agua fuerte) y diez partes de agua, se limpiará el pavimento, bien proyectándola a presión (método más rápido y que aporta resultados más homogéneos) o bien frotando con cepillos de raíces.
3. A continuación, se volverá a regar abundantemente con agua limpia para arrastrar la suciedad y los residuos de ácido.

Completada la limpieza y una vez alcanzadas las resistencias mínimas del mortero, el pavimento estará listo para ser utilizado.



5. RESUMEN DE PASOS A SEGUIR EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO

PROCESO DE EJECUCIÓN DE PAVIMENTOS CON ADOQUÍN CERÁMICO CON CAMA DE ARENA:

Ejecución de pavimentos flexibles

1. Preparación de la explanada.
2. Extendido y compactación de la sub-base.
3. Extendido y compactación de la base.
4. Ejecución de los bordes de confinamiento.
5. Colocación de los adoquines cerámicos.
6. Llenado de juntas y compactado.

Ejecución de pavimentos rígidos

1. Preparación de la explanada.
2. Extendido y compactación de la sub-base.
3. Ejecución de la base.
4. Extendido de la capa de mortero.
5. Colocación de los adoquines cerámicos.
6. Relleno de las juntas y limpieza.



6. REFERENCIAS

1. *Manual para el Uso del Adoquín Cerámico*. HISPALYT – SECCIÓN ADOQUINES, 2004.
<https://www.hispalyt.es/es/productos-ceramicos/adoquines/publicaciones>
2. Vídeo “Laying process of ceramic pavers on sand bed”. BIMclay Project.
https://www.youtube.com/channel/UCm1KRHbAvQwXQ_ffRSPHE7A/playlists