

Guía de empleo, proyecto y ejecución de pavimentos de hormigón en entornos urbanos



Ventajas de los pavimentos de hormigón **Técnicas innovadoras**

La utilización de pavimentos de hormigón en entornos urbanos conlleva una serie de ventajas que los está convirtiendo en una opción cada vez más utilizada en nuestros pueblos y ciudades.

Durabilidad. Sostenibilidad económica y social

Los pavimentos de hormigón tienen una vida útil muy superior a los demás tipos de pavimentos, evitando la necesidad de inversiones periódicas de reparación, rehabilitación o reposición. Además, permiten utilizar mano de obra, materiales y equipos locales.

Innovación y medio ambiente

La mayor vida útil de estos pavimentos, el menor consumo de combustible para los vehículos, la posibilidad de utilizar áridos reciclados (RCDs), la posibilidad de reciclar el propio pavimento tras su vida útil, la prácticamente nula necesidad de operaciones de mantenimiento o la menor iluminación que requieren, dada su claridad, con el consiguiente menor consumo de energía eléctrica, hace de ellos la solución medioambiental más sostenible.

Por otra parte, tienen un consumo nulo de derivados del petróleo y permiten utilizar soluciones innovadoras como, por ejemplo, refuerzos de firmes existentes que, además de mejorar su durabilidad y sus prestaciones, pueden ser puestos en servicio rápidamente.

Economía

Son siempre la solución más económica si se considera la gran durabilidad y los bajos costes de mantenimiento de los mismos y, además, en muchos casos, son también los de menor coste de construcción. Además, el precio es independiente de las oscilaciones del precio del petróleo y la claridad permite un ahorro en iluminación urbana.

Posibilidades estéticas

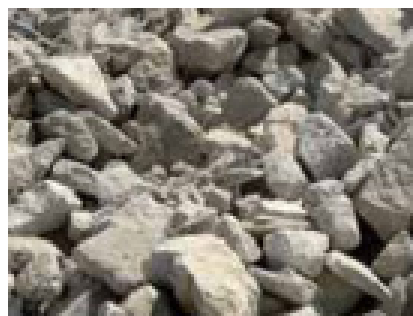
Es posible dar a los pavimentos de hormigón una gran variedad de acabados para realizar su aspecto: eliminación del mortero superficial que permita dejar visto el árido, impresión del hormigón utilizando plantillas planas o rodillos, coloreado en masa o en superficie, etc.

Seguridad y comodidad

Tanto para vehículos (texturas con buena adherencia y baja sonoridad, resistencia al fuego que los hace imprescindibles en túneles urbanos) como para peatones y vecinos (se disminuye la temperatura ambiente en 4 °C).

Al igual que en el resto de las aplicaciones del hormigón, se van consolidando nuevas técnicas en el ámbito de los pavimentos de hormigón: múltiples opciones de apariencia estética, refuerzo de pavimentos existentes, uso de materiales reciclados, etc. El Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (IECA) ofrece su experiencia para el uso de cualquiera de esas propuestas, o de cualquier otra que pueda significar un nuevo avance en la técnica.

Utilización de materiales reciclados (RCDs)



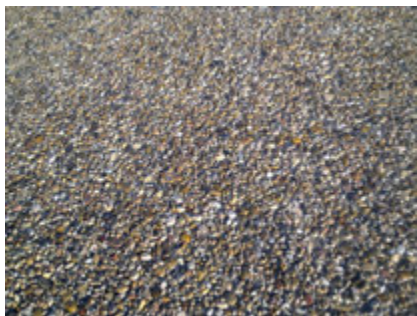
Coloreado en masa o en superficie. Economía mediante ejecución rápida



Hormigón-césped. Un espacio verde que permite el paso de vehículos



Pavimentos impresos, de árido visto, cepillados...



Pavimentos de pequeño espesor, de rápida apertura al tráfico y muchos más...



- **Parques, plazas, paseos urbanos o marítimos**, etc.
- **Zonas de aparcamiento** para vehículos, tanto en superficie como lineales en el lateral de las calles. Los pavimentos de hormigón presentan una gran resistencia a los carburantes, aceites y grasas.
- **Glorietas e intersecciones** en donde el hormigón soporta sin deformarse ni deteriorarse los movimientos de giro de los vehículos.
- **Recintos feriales y puntos limpios**.
- **Carriles bici y anillos verdes**.
- **Plataformas reservadas** para transporte público de **autobuses**. Los pavimentos de hormigón evitan la aparición de roderas y deformaciones por paradas y maniobras, que pueden afectar a la comodidad y accesibilidad a los vehículos o, incluso, impedir el guiado óptico. Al no requerir reparaciones frecuentes, se disminuyen las interrupciones en el servicio.

Aplicaciones

El uso de los pavimentos de hormigón se extiende cada día más en aplicaciones urbanas, dadas las ventajas expuestas.

Existen pavimentos para interiores o exteriores, para peatones o vehículos, je urbano o que tienen su propia personalidad.

La red viaria de las ciudades y pueblos y las superficies de sus equipamientos pueden requerir, según los casos, pavimentos con una determinada sonoridad, adherencia, estética, resistencia, etc.

Algunas aplicaciones de estas técnicas son:

- **Nueva red viaria** mediante pavimentos tradicionales, impresos, de árido visto, pavimentos de adoquín de hormigón, etc.
- **Mejora de la red viaria** mediante la extensión de refuerzos delgados de hormigón sobre pavimentos existentes, que pueden ser abiertos al tráfico, en caso necesario, en unas pocas horas.
- Explanadas o recintos de recreo pertenecientes a **centros educativos, sanitarios, deportivos**, etc. Mediante colores y texturas se puede zonificar sin barreras arquitectónicas.





Sin embargo, existen otros catálogos más ajustados a los tráficos y tipos de vías habituales en entornos rurales y urbanos, como el del “Manual de Pavimentos de Hormigón para las Vías de Baja Intensidad de Tráfico” del IECA, que proporciona soluciones para vías con un tráfico menor de 50 vehículos pesados por sentido y día.

Los pavimentos que se contemplan en dicho catálogo son de hormigón en masa con juntas y sin armadura. Esta última, que se dispone en ocasiones en firmes urbanos, no es estructural, siendo su misión la de control de la fisuración por retracción o gradientes térmicos. Por ello, en general, se puede prescindir de dicha armadura mediante un diseño adecuado de las juntas.

Proyecto del pavimento

Proyecto

Los parámetros básicos para el proyecto de un pavimento de hormigón son tres:

- la calidad de la explanada de apoyo
- el tráfico pesado que circulará sobre él, y
- la resistencia del hormigón que se vaya a utilizar.

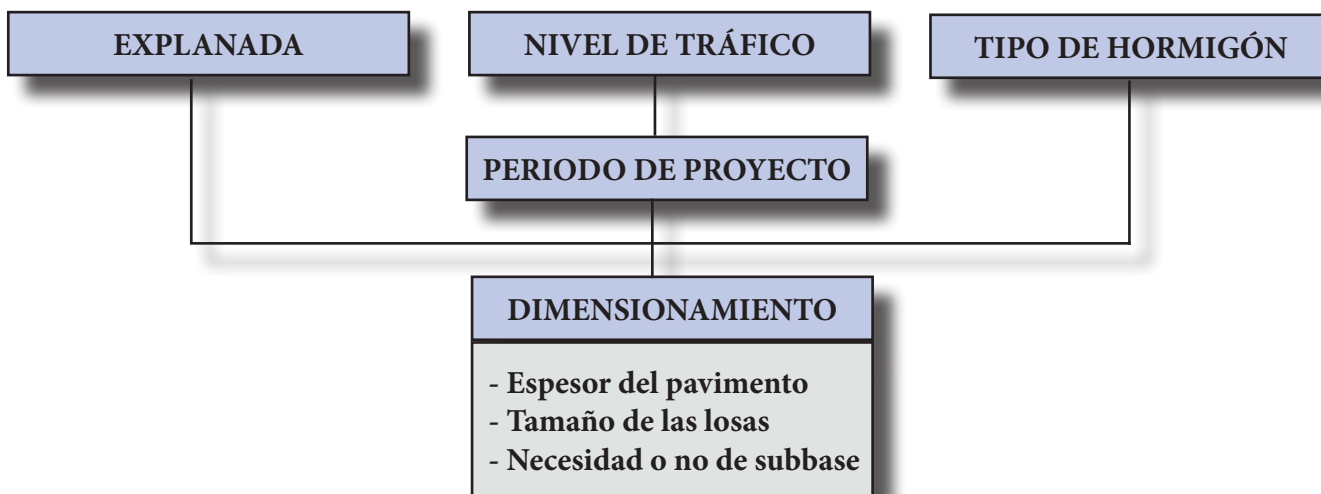
A partir de ellos es posible dimensionar el pavimento, determinando su espesor, las dimensiones de las losas y la necesidad o no de disponer de una subbase.

Para el dimensionamiento de los firmes es habitual recurrir a catálogos de secciones, de los cuales el más utilizado en carreras es el recogido en la Norma 6.1-I.C. del Ministerio de Fomento.

Explanada

La explanada es la superficie sobre la que se apoya el firme y su calidad influye de una manera determinante en el comportamiento y durabilidad del firme. En el caso de vías urbanas, las explanadas se pueden clasificar en tres categorías: S0, S1 y S2, según los resultados obtenidos mediante ensayos de carga con placa, índice CBR o, incluso, inspección visual.

Las explanadas deben construirse aprovechando, en la medida de lo posible, los materiales existentes en la misma traza. En varios documentos, como en el “Manual de Pavimentos de Hormigón para Vías de Baja Intensidad de Tráfico” del IECA, se proporcionan diversas soluciones por la formación de las mismas.



Tipo de explanada	CBR	Módulo (UNE 103808)		Inspección visual
		Compresibilidad (E_{v2}) (kp/cm ²)	Reacción (k) (MN/m ³)	
SO	3-5	≥ 20	25-35	Terrenos de mala calidad <ul style="list-style-type: none"> Formados en general por partículas finas y plásticas Pueden contener también algo de materia orgánica, detectable por su color oscuro y su olor (análogos a los de la tierra vegetal), u otros materiales que pueden provocar deformaciones apreciables. Asimismo, puede ser el caso de rellenos recientes poco compactos, que en general, se reconocen por contener en su interior restos o desechos, por ejemplo, plásticos, cascotes, etc.
S1	5-10	≥ 60	35-55	Terrenos de calidad media <ul style="list-style-type: none"> Suelos granulares (gravas, arenas, etc) con partículas finas relativamente plásticas Terrenos deformables, pero no exageradamente, con el paso de unos pocos vehículos pesados sobre la explanada húmeda, siendo posible la circulación
S2	> 10	≥ 120	> 55	Terrenos de buena calidad <ul style="list-style-type: none"> Compactos, en general, formados por gravas y arenas con pocos finos plásticos El paso de vehículos pesados sobre la explanada húmeda no produce prácticamente huella

Tráfico

El tráfico de proyecto se obtiene a partir del número medio diario de vehículos pesados que se prevea vayan a circular por el vial al dimensionar, en el año de puesta en servicio. Se consideran vehículos pesados aquellos con carga superior a 5 t, que suelen coincidir con los de 6 o más ruedas.

Tipo de hormigón

Además de la explanada y del tráfico, el espesor del pavimento depende del hormigón que se utilice de manera que, a mayor resistencia, menor es el espesor necesario. Los hormigones para pavimentos se definen por su resistencia a flexotracción, que es la que más se ajusta a la forma en que trabajan las losas de los mismos.

En vías urbanas se utilizan dos tipos de hormigones: HF-3,5 MPa y 4,0 MPa, respectivamente. Aunque la relación entre la resistencia a la flexotracción y a compresión depende de varios factores como, por ejemplo, el tipo de árido, se puede considerar, de manera aproximada, que un HF-3,5 equivale a un HM-25 y un HF-4,0 a un HM-30.

Catálogo de secciones

Definidas la calidad de la explanada y la categoría del tráfico, el siguiente catálogo de secciones permite obtener el espesor de losa necesario en función del periodo de proyecto y del tipo de hormigón a utilizar. Es muy importante destacar que los espesores indicados en dicho catálogo son mínimos y no medios, por lo que habrá que asegurar que en cualquier punto del pavimento existen al menos esos centímetros de espesor de hormigón.

Categoría de tráfico	Tráfico de proyecto (camiones diarios en el momento de puesta en servicio)
C1	25 a 50
C2	15 a 24
C3	5 a 14
C4	0 a 4

Nota: Los pavimentos para tráfico de proyecto superiores a 50 camiones diarios no se han considerado en este manual

Ancho de calzada	Tráfico de proyecto
< 5 m	Total entre los dos sentidos
5-6 m	3/4 del total
> 6 m	1/2 del total

Categoría de tráfico	Zonas rurales	Zonas urbanas
C4	Caminos de servicio de hasta 4 m de ancho en zonas agrícolas por los que no circulen camiones de gran capacidad	<ul style="list-style-type: none"> Calles exclusivamente residenciales con las edificaciones ya construidas y sin tráfico comercial Calles con anchura inferior a 6 m sin tráfico comercial Aparcamientos de vehículos ligeros Zonas peatonales sin acceso de vehículos pesados
C3	Caminos rurales sirviendo solo a núcleos de menos de 250 habitantes	<ul style="list-style-type: none"> Calles comerciales, es decir, con tiendas, pequeñas industrias, talleres, etc Calles con 6 m o más de ancho sin servicio regular de autobuses urbanos (menos de 1 autobús por hora)
C2	Caminos rurales sirviendo a núcleos de hasta 1000 habitantes	<ul style="list-style-type: none"> Calles muy comerciales Calles con 6 m o más de ancho y con servicio regular de autobuses urbanos (más de 1 autobús por hora)
C1	Carreteras locales sirviendo a núcleos de hasta 5000 habitantes	<ul style="list-style-type: none"> Calles arteriales o principales que sean travesías de carreteras con tráfico mayor que el de C1

Nota: Tablas extraídas del "Manual de pavimentos de hormigón para vías de baja intensidad de tráfico" del IECA.

Catálogo de secciones con pavimento de hormigón (periodos de proyecto de 20 y 30 años)

Categoría de explanada \ Nivel de tráfico	C4	C3	C2	C1	20 años
		C4	C3	C2	C1
S0		HF-4,0 16	HF-4,0 18 HF-3,5 20	HF-4,0 20 HF-3,5 22	HF-4,0 22 HF-3,5 24
	HF-4,0 14		HF-4,0 18 HF-3,5 20	HF-4,0 18 HF-3,5 20	HF-4,0 20 HF-3,5 22
S1		HF-3,5 18	HF-4,0 18 HF-3,5 20	HF-4,0 18 HF-3,5 20	HF-4,0 20 HF-3,5 22
	HF-3,5 16		HF-4,0 16 HF-3,5 18	HF-4,0 18 HF-3,5 20	HF-4,0 20 HF-3,5 22
S2		HF-4,0 14 HF-3,5 16	HF-4,0 16 HF-3,5 18	HF-4,0 18 HF-3,5 20	HF-4,0 20 HF-3,5 22

 Pavimento de hormigón  Subbase granular

Disposición de juntas y tamaño de losas

Fenómenos como la retracción, los gradientes térmicos, la dilatación, las paradas de la puesta en obra o la limitación de los anchos a construir de una sola vez, hacen necesaria la disposición de juntas en el hormigón. Si dichas juntas no se ejecutasen aparecerían espontáneamente fisuras de forma irregular. Las más frecuentes son las juntas de contracción que deben disponerse a una distancia que es función del espesor de la losa, debiendo no ser mayor que 20 ó 25 veces el mismo. Las losas deberán ser lo más cuadradas posible, siendo la relación de lados en el caso de ser rectangulares, inferior a 1,5:1.

Manual o mecanizada

Para la ejecución de los pavimentos de hormigón en vías urbanas es posible utilizar desde métodos artesanales a otros completamente mecanizados. Existen varias técnicas alternativas:

- **Pavimentos de hormigón vibrado**
 - Ejecución con encofrados fijos:
 - manual
 - mecanizada
- **Pavimentos de hormigón compactado**

Etapas de la ejecución

Las etapas de la ejecución de un pavimento de hormigón son las siguientes:

- **Operaciones previas:**
 - Replanteo de la traza del vial
 - Preparación y compactación del terreno
 - Instalación de los servicios
 - Ejecución de la subbase granular en su caso
- **Diseño del hormigón**
- **Fabricación, transporte, extendido y compactación del hormigón**
- **Ejecución de las juntas**

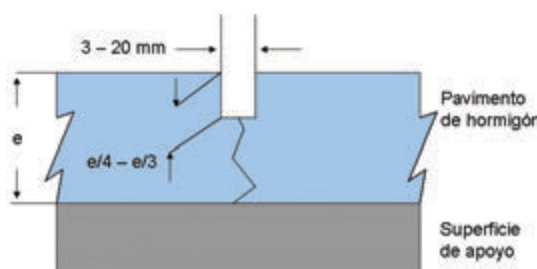
Ejecución de las juntas

Por su importancia en el funcionamiento del pavimento, conviene prestar atención a su diseño y ejecución. Las juntas pueden ser de contracción, de dilatación o de construcción.

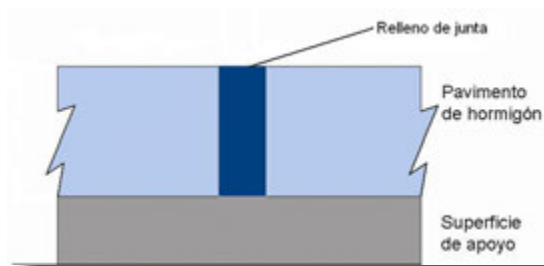
Las más frecuentes son las de contracción, que se disponen para dividir el pavimento en losas de dimensiones adecuadas que garanticen un buen comportamiento del mismo. Se suelen ejecutar mediante sierras de disco que producen una ranura en el hormigón cuya profundidad debe estar comprendida entre 1/4 y 1/3 del espesor de la losa.

Las juntas de dilatación, necesarias cuando el pavimento esté limitado por algún elemento rígido como bordillos, pozos de registro, imbornales arquetas, etc, se ejecutan interponiendo entre estos elementos y el pavimento un material comprensible en todo el espesor de la losa. Por último, las juntas de construcción deben coincidir con juntas de contracción.

Junta de contracción



Junta de dilatación





Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones

C/ José Abascal, 53 - 1º

28003 Madrid

T.: +34 91 442 93 11

tecnologia@ieca.es

www.ieca.es