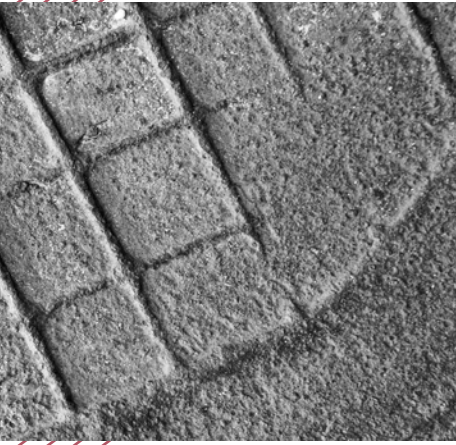




Pavimentos de hormigón

1. INTRODUCCIÓN

Conforme a la ORDEN FOM/3460/2003, de 8 de noviembre, por la que se aprueba la Norma 6.1 IC Secciones de firme, de la Instrucción de Carreteras, se define firme como el conjunto de capas ejecutadas con materiales seleccionados, y, generalmente, tratados, que constituye la superestructura de la plataforma, resiste las cargas del tráfico y permite que la circulación tenga lugar con seguridad y comodidad.

Esta norma define las diferentes capas del firme en:

- **Capa de base:** Capa del firme situada debajo del pavimento cuya misión es eminentemente estructural.
- **Capa de rodadura:** Capa superior o única de un pavimento de mezcla bituminosa.
- **Capa intermedia:** Capa de un pavimento de mezcla bituminosa situada debajo de la capa de rodadura.

Por otra parte, también define al pavimento como la parte superior de un firme, que debe resistir los esfuerzos producidos por la circulación, proporcionando a ésta una superficie de rodadura cómoda y segura. Y, a la explanada como la superficie sobre la que se apoya el firme, pero no perteneciente a su estructura.

Según la composición de cada una de sus capas, establece los siguientes tipos de firmes:

- **Firme flexible:** firme constituido por capas granulares no tratadas y por un pavimento bituminoso de espesor inferior a 15 cm (puede ser un tratamiento superficial).
- **Firme semiflexible:** firme constituido por capas de mezcla bituminosa, de espesor total igual o superior a 15 cm, sobre capas granulares no tratadas.
- **Firme semirrígido:** firme constituido por un pavimento bituminoso de cualquier espesor sobre una o más capas tratadas con conglomerantes hidráulicos, con espesor conjunto de éstas igual o superior a 20 cm.
- **Pavimento de hormigón:** pavimento constituido por losas de hormigón en masa, separadas por juntas, o por una losa continua de hormigón armado; el hormigón se pone en obra con una consistencia tal que requiere el empleo de vibradores internos para su compactación y maquinaria específica para su extensión y acabado superficial.

Puesto que el objeto de esta ficha no es un compendio sobre firmes de carretera, sino presentar aquellas patologías que se presentan habitualmente en un pavimento en una obra de edificación, es conveniente comentar que aunque estrictamente se defina como pavimento la capa última o más superficial de un firme (aquella sobre la cual se rueda, circula, etc.), en el campo de la edificación se ha empleado más dicha palabra con un concepto más amplio, prácticamente como sinónimo del término “firme”, quedando ésta históricamente asociada al mundo de la carretera.

En este documento vamos a considerar pavimento en este sentido más amplio, incluyendo la consideración de las capas inferiores del pavimento, es decir, partiendo desde la explanada o terraplén debidamente compactado.

Los pavimentos rígidos o de hormigón que nos podemos encontrar son:

- Pavimento de hormigón en masa con juntas.
- Pavimento armado con juntas.
- Pavimento armado sin juntas de contracción.
- Pavimento de hormigón pretensado.
- Pavimento de hormigón con fibras.

Es interesante también para la intención de este documento hacer mención a la norma ACI-302, que establece una clasificación de pavimentos de hormigón en función no de sus características constructivas sino de su uso:

- Clase 1. Uso: Áreas residenciales.
- Clase 2. Uso: Oficinas, iglesias.
- Clase 3. Uso: Comercial, institucional, etc.
- Clase 4. Uso: Fábricas y almacenes.
- Clase 5. Uso: Pavimentos y industriales.

2. COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO

El pavimento tal y como lo hemos definido antes debe considerarse como una estructura, y por lo tanto, su comportamiento es función de las solicitaciones a las que se encuentre sometido y de la respuesta del medio en que se apoya.

Las acciones que nos podemos encontrar son:

- Peso propio del pavimento: losa maciza de hormigón. Sobrecargas de utilización: pueden ser instantáneas o permanentes (en almacenes). Y éstas a su vez pueden ser puntuales, por franjas, rodantes. Dependen del tipo de almacenamiento: imprentas, distribución mercancías, archivos, frigoríficos.
- Acciones indirectas: temperatura (considerando por un lado una variación térmica uniforme y por otro un efecto gradiente térmico entre cara inferior y superior) y retracción.

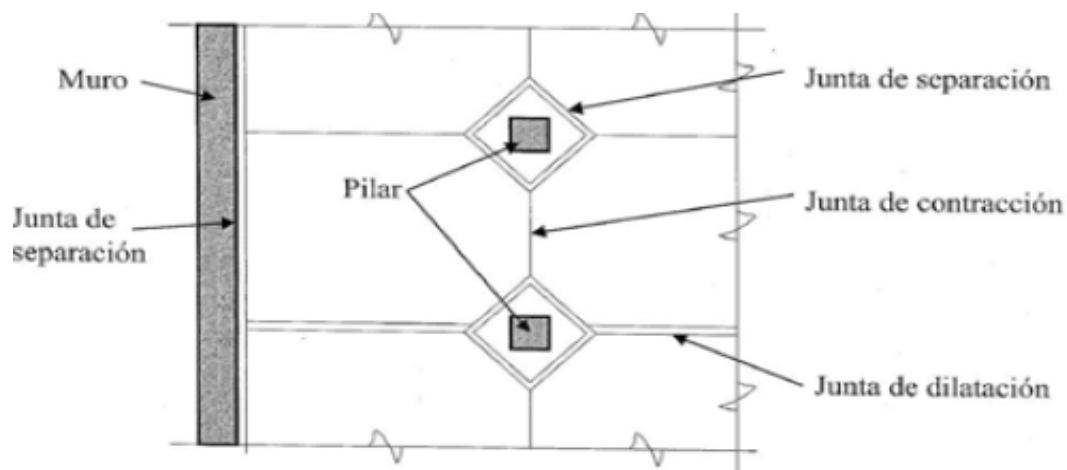
3. LAS JUNTAS

En pavimentos de hormigón vamos a distinguir tres tipos de juntas.

- **Juntas de trabajo:** debidas a interrupciones de hormigonado por la programación de los trabajos.
- **Juntas de contracción:** para relajar los esfuerzos que se originan por la retracción diferencial del hormigón.
- **Juntas de dilatación:** para relajar los esfuerzos derivados de la acción térmica.

Es habitual en juntas de contracción, que se induzcan para que produzcan debilitamiento de la sección a fin de que en ellas se concentre la fisura.

En el caso de pavimentos interiores de naves industriales a algunas juntas de dilatación (en bordes de pilares y muros) se las denomina juntas de separación.



Debemos de destacar que las ubicaciones de las juntas son zonas débiles del pavimento debido a que los bordes de losa son secciones más solicitadas por las acciones exteriores y a que por las zonas de juntas la penetración del agua puede provocar una alteración de las condiciones de deformabilidad del suelo.

Por esto, es necesario disminuyendo los esfuerzos en los bordes, lo que se consigue diseñando los pavimentos con pasadores que pueden transmitir cargas a las losas adyacentes, controlando así la penetración de agua y las condiciones de deformabilidad del terreno.

4. POSIBLES PATOLOGÍAS EN PAVIMENTOS DE HORMIGÓN

Debemos de destacar que las ubicaciones de las juntas son zonas débiles del pavimento debido a que los bordes de losa son secciones más solicitadas por las acciones exteriores y a que por las zonas de juntas la penetración del agua puede provocar una alteración de las condiciones de deformabilidad del suelo.

Por esto, es necesario disminuyendo los esfuerzos en los bordes, lo que se consigue

diseñando los pavimentos con pasadores que pueden transmitir cargas a las losas adyacentes, controlando así la penetración de agua y las condiciones de deformabilidad del terreno.

La aparición de defectos funcionales puede deberse a:

- La fase de proyecto.
- La ejecución.
- Los materiales empleados.
- La fase de explotación (uso final, falta de mantenimiento y reparaciones inadecuadas).

Estos defectos o patologías los podemos enumerar de la siguiente manera:

En las losas:

- Fisuración longitudinal.
- Fisuración transversal.
- Fisuras en esquinas / Roturas en esquinas (grietas).
- Levantamiento de losas.
- Efecto “pumping”.
- Asentamiento de losas aisladas.
- Fisuración superficial no controlada o inducida.
- Perturbaciones del hormigón con disgregación y pérdida de árido grueso (efecto “spalling”).
- Escalonamiento de losas en zonas contiguas a juntas.
- Pérdida de regularidad superficial: peladas.
- Pérdida de regularidad superficial: baches.
- Defectos en textura del acabado (pérdida de adherencia superficial).

En las juntas:

- Rotura de junta transversal.
- Excesiva apertura de junta.
- Defectos de sellado de juntas.
- Defectos en alineación o de trabajo en pasadores.

4.1. Fisuración longitudinal

Se trata de fisuras con alineación paralela al eje de la calzada, que vienen causadas por:

- Falta de junta longitudinal.
- Anchura excesiva de la losa.
- Asiento lateral de la losa.
- Espesor insuficiente.
- Retracción incontrolada.
- Explanada o Base expansiva.

4.2. Fisuración transversal

Fisuras con alineación perpendicular al eje de la calzada, que vienen causadas por:

- Retracción incontrolada.
- Longitud excesiva de la losa o espesor insuficiente de la losa.
- Fenómenos de retracción térmica.
- Hormigón de baja calidad.
- Fallo de la Explanada o Base.

4.3. Fisuración en esquinas / Roturas en esquinas (grietas)

La alineación de estos defectos es oblicua, ubicándose en las proximidades de las esquinas entre junta transversal y longitudinal o borde de losa. Se produce normalmente por:

- Espesor insuficiente.
- Hormigón de baja calidad.
- Fallo de la Explanada o Base.

4.4. Levantamiento de losas.

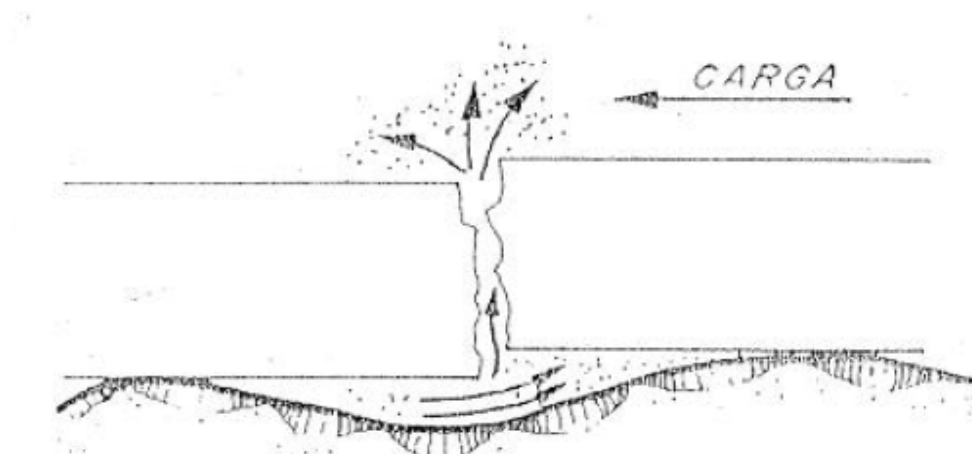
Se trata un movimiento que se produce normalmente en una junta o grieta, en una parte débil del pavimento. A la larga, acaba en rotura de la losa. Se produce por los siguientes casos:

Dilatación térmica.

- Excesivo esfuerzo de compresión, no previsto en proyecto.
- Fallo en las juntas por entrada de material no compresible.
- Expansiones por reacción álcali - sílice.
- Placa de junta de dilatación, sin pasadores, colocada inclinada durante la ejecución.

4.5. Efecto “pumping”

Denominamos así a la expulsión de agua mezclada con arcilla o limo a través de juntas o grietas, que al pasar los vehículos va creando cavidades bajo las losas. Es causado por el efecto del tráfico y el agua infiltrada en un pavimento de hormigón que se apoya sobre una base o un suelo plástico, cuando la transmisión de cargas a la losa contigua no está asegurada.



Es importante indicar que esta en este apartado nos referimos a la etapa inicial de este deterioro puesto que en etapas posteriores si el fenómeno persiste se pueden producir escalonamientos, fisuración y finalmente la rotura de esquinas.

4.6. Asentamiento de losas aisladas

Descenso de la superficie del pavimento en una zona localizada, normalmente en zonas de unión con obras de fábrica. Está causado por la deformación permanente de la explanada debida a una compactación insuficiente, acción del hielo o variaciones en el contenido de humedad (drenaje insuficiente).

4.7. Fisuración superficial no controlada o inducida.

Se trata de una fisuración limitada a la superficie, un cuarteo de la misma en forma de malla fina, causada por:

- Acción de las variaciones climáticas o de fundentes químicos del hielo sobre un hormigón mal realizado o proyectado.
- Protección ineficaz del hormigón durante el período de fraguado.
- Retoque excesivo para posibilitar el acabado del hormigón fresco añadiendo agua.
- Curado inadecuado.

4.8 Perturbaciones del hormigón con disgregación y pérdida de árido grueso (efecto “spalling”).

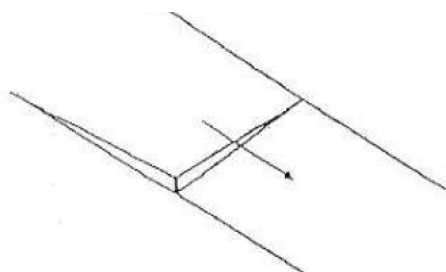
Desintegración de la superficie al evaporarse de forma brusca el agua contenida en los poros, lo que provoca elevadas tensiones que originan el desprendimiento explosivo del hormigón (efecto spalling).

Se debe a diversos motivos:

- Acción combinada del tráfico con ciclos de hielo-deshielo en un hormigón con grietas capilares o poroso sin aire ocluido.
- Mala dosificación del hormigón o mala calidad de la arena.
- Exceso de mortero en la superficie por demasiada vibración o mala dosificación.

4.9 Escalonamiento de losas en zonas contiguas a juntas.

- Falta de alineación entre las superficies de dos losas en la zona de unión entre ambas (junta).
- Normalmente está producido por un asiento diferencial de la explanada, debido a la acción del tráfico en losas agrietadas o con juntas sin pasadores, drenaje insuficiente o como desarrollo de un proceso por efecto “pumping”.



4.10 Pérdida de regularidad superficial: peladas.

Zona localizada en la que la capa de mortero se ha desprendido de la superficie. Este defecto suele estar causado por:

- Acción del tráfico sobre una capa de rodadura mal realizada.
- Espesor insuficiente de la capa de refuerzo.
- Mala unión con la capa subyacente.
- Mala dosificación del hormigón.
- Mala ejecución (segregación, curado).

4.11 Pérdida de regularidad superficial: baches.

Irregularidad producida por cavidades de bordes irregulares producidas en la losa. Se pueden deber a varias causas:

- Por la presencia de materiales extraños en el hormigón: terrones de arcilla, cal viva o falta de homogeneidad en el mortero.
- Espesores insuficientes del pavimento en zonas muy localizadas.
- Retención de agua en zonas fisuradas.

4.12 Defectos en textura del acabado (pérdida de adherencia superficial).

Superficie sin la necesaria textura haciéndola deslizante, lisa. Suele estar ocasionada por la falta de microtextura (capa de cemento carbonatado, suciedad, áridos poco resistentes al pulido en la superficie de la calzada) y/o macrotextura (tratamiento superficial de mala calidad o gastado).

4.13 Rotura de junta transversal.

Rotura de la losa en el borde de una junta transversal. Puede producirse por diversas causas:

- Hormigón rellenando parte de la junta de dilatación.
- Pasadores adheridos en ambos lados, o mal colocados o mal cortados.
- Dilatación excesiva de la losa unida a una anchura de la junta insuficiente o a una junta obstruida por materiales no compresibles.



4.14 Excesiva apertura de junta.

Separación excesiva entre los bordes de la junta. Es frecuente que ocurra en las juntas longitudinales siendo la causa principal que la produce el deslizamiento lateral de las losas debido a un asiento diferencial de la explanada y/o a la ausencia de arcenes estabilizados.

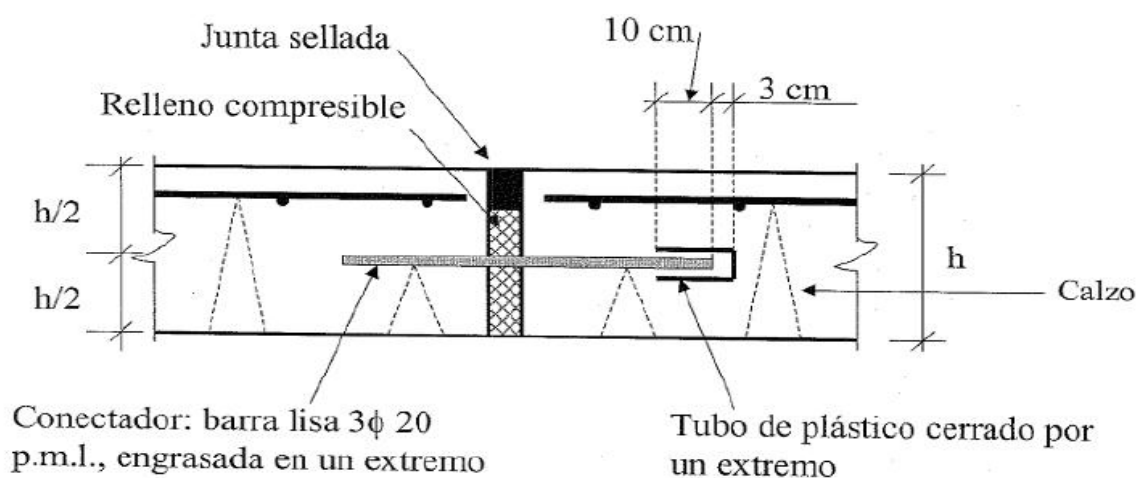
4.15 Defectos de sellado en juntas.

De los más frecuentes que nos encontramos destacar la expulsión del producto de sellado empleado en las juntas longitudinales y transversales, que puede deberse a diferentes motivos:

- Exceso de material en la acanaladura.
- Mala calidad del producto.
- Forma o dimensiones inadecuadas de la junta.
- Disposición inadecuada de las juntas.

4.16 Defectos en alineación o trabajo de pasadores.

Es fundamental mantener la precisión en la alineación y en el nivelado de los pasadores, dado que un error en su puesta en obra podría ocasionar repartos de carga no deseados. Por otra parte, es importante preservar durante colocación adecuada de los pasadores a que no estén adheridos en ambos lados, lo que impediría su correcto funcionamiento.



5. BIBLIOGRAFÍA

- Curso “Pavimentos de hormigón para aparcamientos, almacenes y naves industriales”, INTEMAC , Instituto Técnico de Materiales y Construcciones.
- CALAVERA, J. “Proyecto y cálculo de estructuras de hormigón”, INTEMAC, 1999.
- NORMA 6.1 IC SECCIONES DE FIRME DE LA INSTRUCCIÓN DE CARRETERAS, (FOM 3460 /2003), Ministerio de Fomento.
- Catálogo de Deterioros en Firmes. Año 1989. Dirección General de Carreteras del M.O.PU.
- Manual de carreteras. Universidad de Alicante. Departamento de Ingeniería de la Construcción, Obras Públicas e Infraestructura Urbana. LUIS NAÑÓN BLÁZQUEZ. BEVIÁ GARCÍA y JOSÉ FRANCISCO BEVIÁ GARCÍA.