

TABLA 7

Índices de deterioro estructural que hacen conveniente la actuación preventiva ()*

Categoría de tráfico pesado		
T00 y T0	T1 y T2	T3 y T4
> 5	> 10	> 15

(*) Se trata de valores deseables como referencia. De forma justificada, se podrán considerar otros valores distintos, dependiendo del tipo de red existente y de la política de conservación establecida.

9.9 Zonas de estudio especial.—La zona de estudio especial indicada en la tabla 5 queda fuera de una solución convencional de recrecimiento, debido al elevado valor de la deflexión de cálculo. En estos casos se analizarán con detalle los motivos de esta anomalía para determinar la solución de rehabilitación más apropiada. Una vez determinados los motivos se procederá a plantear la solución, con objeto de aumentar la capacidad estructural del firme.

El estudio especial tendrá por objeto decidir entre la reconstrucción total del firme, la eliminación parcial y reposición del firme, los cajeros laterales de la plataforma, con posterior relleno y reposición del firme, o el recrecimiento con correcciones complementarias de drenaje, mejora de explanada y empleo de las técnicas de reciclado, estabilización u otras que permitan aumentar, de manera significativa, la capacidad de soporte del tramo. En cualquier circunstancia se considerará prioritaria la mejora del sistema de drenaje.

El estudio especial requerirá, en general, la extracción de testigos y la apertura de calicatas, en las que se tomarán muestras de los materiales del firme y de la explanada para su ensayo y evaluación en el laboratorio. Por otra parte, se anotarán los espesores de las capas, grado de compactación, humedad, etc., para su análisis y determinación de la solución de rehabilitación más apropiada.

10. Rehabilitación estructural de firmes que tengan pavimento de hormigón

10.1 Planteamiento básico.—En la rehabilitación estructural de firmes que tengan pavimento de hormigón se considerarán los dos tipos de actuación siguientes, entre los indicados en el apartado 7.2:

Eliminación y reposición del pavimento de hormigón.
Recrecimiento mediante mezclas bituminosas o mediante pavimento de hormigón.

Estos dos tipos de solución se dimensionarán y realizarán siguiendo lo establecido en los apartados 10.3 y 10.4.

No se considerará como solución general de rehabilitación estructural la eliminación y reconstrucción total del firme, que deberá reservarse sólo para casos excepcionales, en los que no se pueda asegurar la estabilidad del firme existente.

Previamente a la ejecución de los recrecimientos, se realizará un estudio para determinar la causa de los deterioros y poder adoptar las medidas precisas antes de proceder a la rehabilitación estructural, a fin de asegurar que el firme existente constituya un asiento suficientemente estable para las nuevas capas.

10.2 Reparación previa de las zonas singulares.—Previamente a las actuaciones mencionadas en el apartado 10.1, se repararán todas las zonas del firme que presenten deterioros atribuibles a fallos de la explanada. Para su estudio se podrá recurrir a los conceptos

generales indicados en el apartado 9.2, excepto los referentes a la deflexión patrón, criterio que corresponde exclusivamente a firmes con pavimento bituminoso.

10.3 Eliminación y reposición del firme.—Esta solución es de aplicación exclusivamente en zonas o tramos muy localizados y consistirá en la demolición y retirada por medios mecánicos del hormigón que constituya el pavimento, así como la de otras capas del firme si fuera necesario, para posteriormente reponerlas con materiales de naturaleza semejante y de características adecuadas.

Para la delimitación de la superficie y de las capas que sea necesario demoler, se partirá de los resultados de una inspección detallada, que podrán complementarse con la extracción de testigos del firme.

Si el agotamiento estructural del firme no afectase a la explanada, y siempre que las condiciones de seguridad de la circulación vial lo permitan, se procurará proyectar la demolición y la sustitución de la capa o capas agotadas por otras de características similares a las originales, con el fin de que no se produzca una discontinuidad en la sección estructural del firme.

En el caso de haberse demolido varias capas del firme, entre ellas alguna tratada con cemento, podrán reponerse conjuntamente en una sola capa la base y el pavimento de hormigón, proyectando una solución de losa única con un espesor igual a la suma de las dos capas.

Si el agotamiento estructural afectase a la explanada, se proyectará la reparación de ésta, tal y como se indica en el apartado 10.2, procediéndose posteriormente a la reposición del firme con los criterios anteriormente mencionados.

En el caso de los pavimentos de hormigón en masa, deberán disponerse pasadores en las juntas transversales y barras de unión en las longitudinales, de acuerdo con lo establecido en el apartado 9.5.2. En el caso de los pavimentos de hormigón armado continuo, se repondrán las armaduras y se dispondrán barras de unión en las juntas longitudinales.

10.4 Recrecimiento del firme existente.—La solución de recrecimiento consistirá en la extensión de un pavimento de hormigón o de una o varias capas de mezcla bituminosa sobre el firme existente. La actuación se extenderá sobre todo el tramo definido como homogéneo y de comportamiento uniforme.

10.4.1 Recrecimiento mediante pavimento de hormigón.—En esta norma se especifican exclusivamente los criterios necesarios para realizar recrecimientos no adheridos (se trata de impedir en ellos cualquier tipo de unión con el firme existente mediante la interposición de una capa de separación). Este tipo de recrecimiento podrá proyectarse con un pavimento de hormigón en masa o con un pavimento continuo de hormigón armado.

El recrecimiento adherido únicamente podría ser utilizado sobre pavimentos en buen estado de conservación en los que fuera necesario aumentar su capacidad estructural o bien renovar sus características superficiales, debiéndose reservar su empleo a situaciones muy especiales. Su aplicación en una obra concreta deberá ser objeto de un estudio específico, previa autorización expresa de la Dirección General de Carreteras.

10.4.1.1 Reparaciones previas.—Antes de proceder a la extensión del recrecimiento, deberán repararse todos los desperfectos graves, tales como losas inestables, asentamientos, punzonamientos de pavimentos continuos de hormigón armado y en especial todos los problemas derivados de un mal funcionamiento del sistema de drenaje o de la falta de capacidad de soporte de las capas subyacentes, con el fin de proporcionar al recrecimiento una superficie de apoyo estable, uniforme, no erosionable y sin problemas de drenaje.

Todas estas medidas de reparación deberán tenerse en cuenta en el proyecto, sin que sea admisible sustituirlas por el dimensionamiento de un recrecimiento de mayor espesor.

10.4.1.2. Capa de separación.—La capa de separación deberá independizar el recrecimiento del pavimento existente, con el fin de evitar la adherencia entre ambos y la transmisión de grietas y juntas. El tipo de material a utilizar, que deberá ser aprobado por la Dirección General de Carreteras, dependerá del estado del firme, y podrá ser:

Mezcla bituminosa en caliente: se recomienda cuando además sea necesario disponer una capa de regularización para corregir escalonamientos entre losas o la pendiente transversal. En este caso, el espesor mínimo

en cualquier punto de la sección que se vaya a rehabilitar no será inferior a 4 cm.

Otros materiales: cuando sólo sea necesario un efecto separador, podrán emplearse láminas de polietileno u otros productos sancionados por la experiencia que impidan la adherencia del pavimento existente con el recrecimiento.

10.4.1.3. Dimensionamiento del recrecimiento.—En los recrecimientos mediante pavimento de hormigón las juntas se realizarán de acuerdo con los criterios establecidos en el apartado 9.5.2, debiendo en este caso proyectar las juntas transversales de contracción de tal manera que no coincidan con las del pavimento existente, y debiendo quedar, en general, a una distancia de éstas superior a 50 cm. En la tabla 8 se indican los espesores mínimos de recrecimiento.

TABLA 8

Espesores mínimos de recrecimiento mediante pavimento de hormigón (cm)

Tipo de pavimento	Tipo de hormigón (*)	Categoría de tráfico pesado					
		T00	T0	T1	T2 y T31	T32	T4
Continuo de hormigón armado (**)	HF-4,5 HF-4,0	22 —	20 22	18 20			
Hormigón en masa	HF-4,5 HF-4,0 HF-3,5			21 23 —	— 20 22	— 18 20	— 18 18

(*) La especial nomenclatura adoptada corresponde a Hormigón de Firme (HF), seguida del valor de la resistencia a flexotracción en megapascales (MPa). Estos hormigones deben cumplir las características especificadas en el artículo 550 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (PG-3).

(**) La cuantía geométrica de las armaduras longitudinales en pavimentos continuos de hormigón armado será del 0,7% para hormigones HF-4,5 y del 0,6% para hormigones HF-4,0.

10.4.2. Recrecimiento con mezcla bituminosa.—El proyecto de recrecimiento de un firme con pavimento de hormigón en masa mediante una mezcla bituminosa deberá prever la adopción de las medidas necesarias para evitar la aparición de grietas de reflexión en la superficie. Para ello deberán limitarse los movimientos verticales y horizontales de las juntas y de las grietas. Como valor orientativo, los movimientos verticales relativos de las juntas, bajo una carga equivalente a un eje de 13 t, no deberán ser superiores a 0,5 mm para las categorías de tráfico pesado T00 a T1, ni a 1 mm para las categorías de tráfico pesado T2 a T4.

Si el pavimento presenta un nivel de deterioro bajo, la reducción de los movimientos verticales podrá realizarse en losas aisladas mediante la inyección de lechada bajo ellas o, si el problema afecta a muchas losas, mediante la rotura controlada y asentamiento del firme existente. El control de los movimientos horizontales (que existen siempre y son producidos por las variaciones de temperatura) podrá realizarse con esta última técnica o mediante los denominados sistemas antirreflexión de fisuras.

a) **Rotura controlada y asentamiento del firme existente.**

Si el nivel de degradación del pavimento es elevado, con deterioros generalizados y movimientos verticales apreciables en juntas y grietas, el procedimiento más recomendable para evitar su reflexión será proceder a una rotura controlada.

El firme existente deberá fragmentarse en trozos inferiores a 0,25 m², evitando que se produzca un deterioro importante de su superficie (desportillados). Finalizada

la fragmentación, se procederá a asentar el firme mediante el paso de compactadores pesados de neumáticos.

b) **Sistemas antirreflexión de fisuras.**

Los sistemas antirreflexión, cuyo objetivo principal es controlar la propagación de fisuras producidas por movimientos horizontales, se podrán proyectar únicamente cuando los movimientos verticales en las juntas sean muy reducidos. Los tratamientos a emplear, ya sean de pequeño espesor o gruesos, deberán disponerse de forma continua sobre toda la superficie del firme y no localizados únicamente sobre las juntas o las fisuras.

Los tratamientos de pequeño espesor pueden estar formados por geotextiles impregnados, morteros bituminosos u otros procedimientos análogos suficientemente contrastados, que deberán ser aprobados por la Dirección General de Carreteras. Por su parte, los tratamientos gruesos podrán consistir en la disposición de una capa de zahorra artificial de 12 cm de espesor mínimo, o de una mezcla bituminosa de 6 cm de espesor mínimo y de suficiente flexibilidad para absorber, sin fisurarse, los movimientos horizontales que puedan producirse.

Los espesores de recrecimiento mínimos necesarios para rehabilitar estructuralmente un pavimento de hormigón con mezclas bituminosas se indican en la tabla 9. Los valores correspondientes a las categorías de tráfico pesado T32 y T4 (T41 y T42) pueden no ser suficientes para evitar la aparición de grietas de reflexión durante la vida útil prevista; sin embargo, la reflexión de grietas puede ser aceptable en este tipo de vías, en las que no es previsible que se produzca un deterioro importante y acelerado de la mezcla bituminosa, debido a la reducida intensidad del tráfico pesado.

TABLA 9

Esesores de recrecimiento de firmes con pavimento de hormigón mediante mezcla bituminosa (cm)

Tipo de tratamiento del pavimento antiguo	Categoría de tráfico pesado					
	T00	T0	T1	T2 y T31	T32	T4
Rotura controlada y asentamiento del firme existente	25	20	16	12	9	6
Interposición de un sistema antirreflexión de fisuras (*)	20	15	12	10	7	4

(*) El espesor del sistema antirreflexión de fisuras utilizado no se tendrá en cuenta a efectos de recrecimiento.

10.5 Actuaciones de conservación preventiva.—La estrategia de conservación más aconsejable para los firmes que tengan un pavimento de hormigón es la conservación preventiva, consistente en actuaciones localizadas encaminadas a evitar una aceleración en el proceso de degradación del pavimento existente.

10.5.1 Deterioros en las juntas.—A excepción de los perfiles de materiales sintéticos y elastoméricos específicos, la vida útil de los productos utilizados para el sellado de las juntas de los pavimentos de hormigón suele ser muy inferior a la del firme, por lo que periódicamente habrá que proceder a su sustitución, con una frecuencia que dependerá del tipo de producto utilizado, o de la aparición de defectos de adherencia, extrusión o integridad del material utilizado.

Los desportillados y grietas en las proximidades de las juntas se corregirán mediante reparaciones de espesor parcial de la losa, consistente en eliminar el hormigón dañado y sustituirlo por un mortero o por un hormigón con características específicas. La reparación se proyectará sobre un rectángulo que englobe totalmente el defecto a subsanar. La dimensión del lado más pequeño de la zona de reparación no será inferior a 15 cm. Asimismo, la distancia mínima desde el borde del deterioro hasta el de la zona de reparación no será inferior a 5 cm.

En ningún caso las reparaciones de espesor parcial podrán afectar a más de un tercio del espesor de la losa. En caso de que el deterioro afectase a un espesor mayor, deberá procederse a la reparación de la losa a espesor completo. Además se procurará que la junta reparada quede en uno de los bordes de la zona de reparación, o bien centrada en ella, adoptándose las medidas oportunas para que la junta pueda seguir teniendo los mismos movimientos que el resto de la losa.

10.5.2 Actuaciones estructurales.—En ocasiones el firme deberá repararse preventivamente para evitar problemas estructurales a corto o a medio plazo derivados de un aumento de las solicitaciones existentes, o por la aparición de un deterioro estructural de gravedad media o baja, pero que puede evolucionar rápidamente de no adoptarse ningún tipo de medida, como, por ejemplo, la pérdida de transferencia de carga entre las juntas. En el primero de los casos deberá incrementarse la capacidad estructural del pavimento de hormigón proyectando un recrecimiento o la disposición de un arcén de hormigón o de una banda de borde en el arcén existente, unidos al pavimento mediante barras de unión.

El restablecimiento de la transferencia de carga entre las juntas permitirá prevenir el desarrollo de deterioros en las juntas y grietas transversales del firme, pudiéndose llevar a cabo mediante la inserción de pasadores o mediante la colocación de conectores de otro tipo. La adopción de este último procedimiento exigirá la realización previa de un tramo de prueba para definir la eficacia del procedimiento y la autorización expresa de la Dirección General de Carreteras.

Otras posibles medidas preventivas podrán consistir en evitar los fallos estructurales producidos por un fun-

cionamiento inadecuado de los sistemas de drenaje del firme. Para ello, deberán adoptarse las medidas encaminadas a impedir la acumulación de agua en la interfaz entre la base y el pavimento y en el contacto entre la calzada y el arcén, y a mantener los sistemas de drenaje, antiguos o nuevos, en unas condiciones aceptables de funcionamiento.

11. Rehabilitación superficial

11.1 Criterios generales.—La rehabilitación o renovación superficial tiene por objeto restaurar o mejorar las características superficiales del pavimento, adecuándolas a sus necesidades funcionales y de durabilidad. A diferencia de la rehabilitación estructural, no tiene como finalidad aumentar la capacidad resistente del firme, aun cuando en determinados casos pueda mejorarla.

Para el estudio y la selección de las actuaciones de rehabilitación superficial más adecuadas, se seguirá la metodología indicada en el apartado 3. La carretera objeto de estudio se dividirá en tramos de comportamiento superficial uniforme, de acuerdo con los datos básicos, la inspección visual y la auscultación con equipos de medida de características superficiales. Analizadas las deficiencias, se corregirán con los procedimientos y materiales que se indican a continuación.

11.2 Procedimientos y técnicas específicas para la rehabilitación superficial.—Según la característica superficial que sea necesario mejorar, dentro de los distintos procedimientos posibles de rehabilitación superficial, se elegirá entre los que se indican a continuación, salvo justificación en contrario.

Cuando sea necesario, además, reducir el ruido de rodadura, podrá recurrirse al empleo de capas de rodadura drenantes o de mezclas bituminosas discontinuas en caliente, justificando debidamente la solución de acuerdo con las indicaciones de los párrafos siguientes.

11.2.1 Adherencia neumático-pavimento (textura y resistencia al deslizamiento).—La extensión de una capa de rodadura de mezclas bituminosas, proyectada para la mejora de la regularidad superficial, o para una rehabilitación estructural, contribuirá también a regenerar la adherencia neumático-pavimento. Por ello, la resolución específica de una inadecuada textura superficial de un tramo de carretera se llevará a cabo sólo si se dispone de un adecuado perfil longitudinal y transversal, así como de una suficiente capacidad estructural del firme.

En el caso de carreteras con categoría de tráfico pesado T00 y T0 o con intensidad de circulación por calzada mayor de 10.000 vehículos/día, se proyectará un tratamiento con mezclas bituminosas discontinuas en caliente. En los demás casos se podrá proyectar también un tratamiento superficial con lechadas bituminosas. En las carreteras con categorías de tráfico pesado T3 (T32) y T4 (T42 y T41), opcionalmente podrán utilizarse riegos con gravilla, siempre que no tengan la función de vías de servicio no agrícola de autopistas y autovías, en cuyo caso se utilizarán lechadas bituminosas.