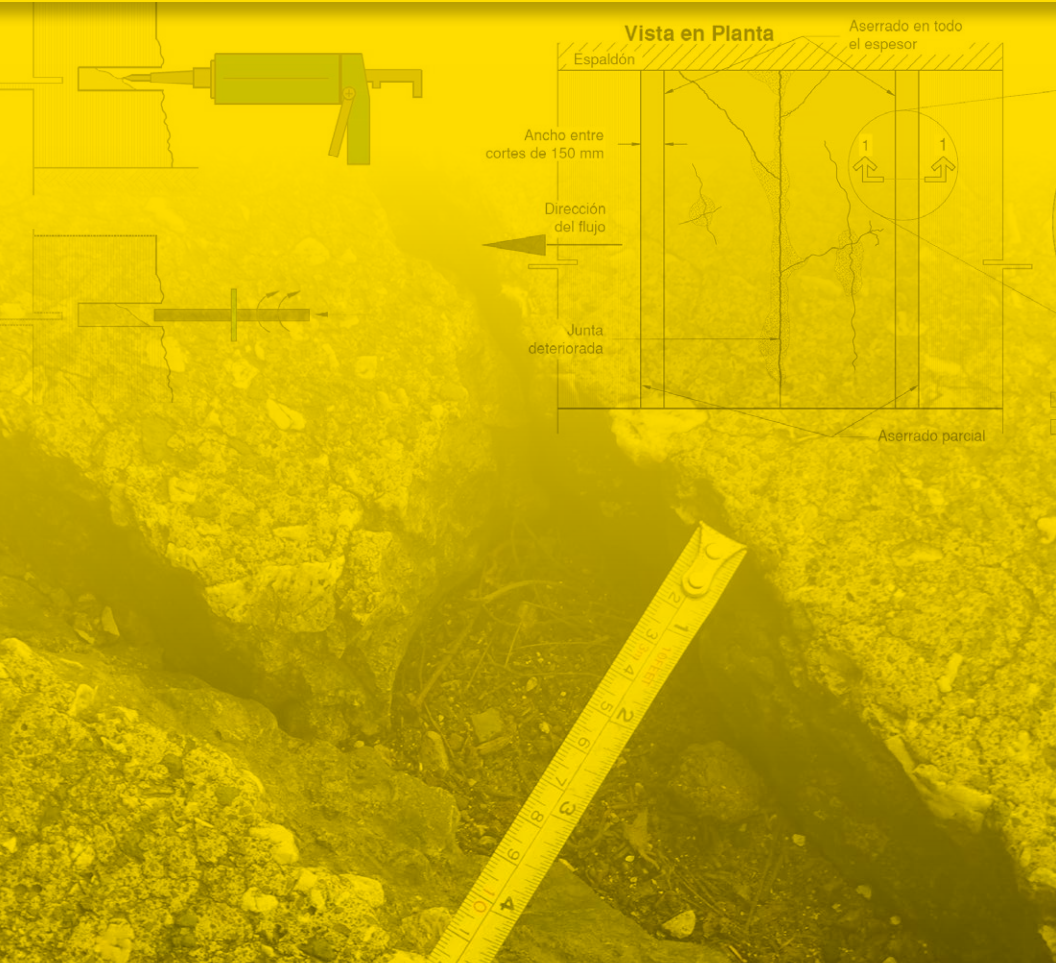




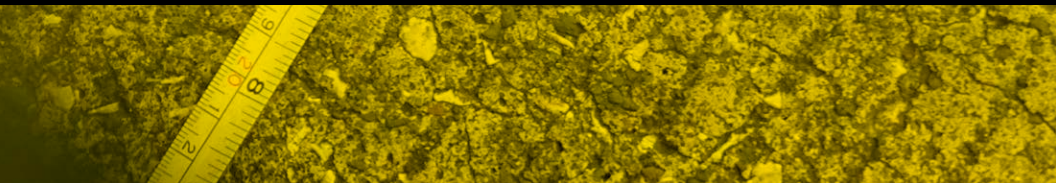
UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES



Guía para la inspección y reparación de deterioros en pavimentos de concreto hidráulico



Elaborado por:

Unidad de Auditoría Técnica - LanammeUCR

Wendy Sequeira Rojas

Coordinadora

José David Rodríguez Morera

Luis Diego Herra Gómez

Mauricio Salas Chaves

Ingenieros Auditores

Pablo Abarca Cascante

Asistente

Unidad de Gestión Municipal del PITRA - LanammeUCR

Alonso Ulate Castillo

Ingeniero

Diseño gráfico y diagramación por:

Centro de Transferencia Tecnológica - LanammeUCR

Licda. Daniela Martínez Ortiz.

Control de calidad por:

Centro de Transferencia Tecnológica - LanammeUCR

Óscar Rodríguez Quintana.

Primera edición - 2021

Universidad de Costa Rica

LanammeUCR

Guía para la inspección y reparación de deterioros en pavimentos de concreto hidráulico

Palabras clave: Deterioro, Reparación, Pavimentos de Concreto Hidráulico, Juntas y Grietas, Dovelas.

Resumen: La presente publicación es el resultado de una revisión de literatura, tanto nacional como internacional, relacionada con la ubicación, clasificación y reparación de los deterioros que se presentan en pavimentos de concreto hidráulico. Tiene como objetivo proporcionar una herramienta a los inspectores de campo en su labor de inspeccionar la condición de los pavimentos rígidos con algún grado de deterioro y supervisar las labores de reparación. Este documento describe los atributos necesarios en un inspector, conceptos importantes, personal necesario, equipo, maquinaria y materiales requeridos para cada actividad. Asimismo, se ilustra y describe a modo de recomendación, el procedimiento detallado para la realización de un trabajo eficiente con un lenguaje sencillo. Se enmarcan recomendaciones especiales para el inspector, se ilustran ejemplos de buenas prácticas constructivas y se adjunta una lista de chequeo. Finalmente, se presentan ejemplos de prácticas de reparación inadecuadas que pueden originar daños importantes en las losas de pavimento o demás estructuras adyacentes.

Esta guía representa un esfuerzo por parte de la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR, que busca promover la conservación y mantenimiento de los pavimentos rígidos, así como eliminar el uso de procedimientos inadecuados durante la reparación de deterioros en pavimentos de concreto hidráulico, de manera que se garantice mayor durabilidad en las obras y una adecuada inversión de los recursos.

Nota: Como complemento a esta guía, se encuentra la **Lista de chequeo de campo**

CONTENIDO

Introducción	9
Atributos necesarios en un buen inspector	9
1. Conceptos	10
2. Personal	17
3. Equipo y maquinaria de inspección y reparación	18
4. Identificación y clasificación de deterioros en pavimentos rígidos	23
4.1. Juntas	24
4.1.1. Deterioro del sellado de juntas (transversales y longitudinales)	24
4.1.2. Fracturas en juntas y esquinas (despostillamiento)	25
4.2. Grietas	26
4.2.1. Grietas longitudinales, transversales y diagonales	26
4.2.2. Grietas por punzonamiento (punchout)	27
4.2.3. Grietas de esquina	28
4.2.4. Grietas en bloque o fragmentación múltiple (losa dividida)	29
4.2.5. Grietas en pozos y sumideros o tragantes	30
4.3. Deterioros superficiales	31
4.3.1. Fisuramiento superficial por contracción	31
4.3.2. Fisuramiento tipo malla o resquebrajaduras	32
4.3.3. Desprendimiento de agregado	32
4.3.4. Agrietamiento superficial por durabilidad	33
4.3.5. Pulimento de agregados y pérdida de texturas superficiales	34

4.4.	Otros deterioros	35
4.4.1.	Voladura (blow up) o levantamientos localizados	35
4.4.2.	Escalonamiento de juntas y grietas	36
4.4.3.	Escalonamiento entre calzada y espaldón	37
4.4.4.	Baches deteriorados	38
4.4.5.	Bombeo de finos	39
5.	Procesos constructivos de reparación	40
5.1.	Reparación #1: sellado de juntas y grietas	41
5.1.1.	Generalidades	41
5.1.2.	Materiales	41
5.1.3.	Equipos y herramientas	42
5.1.4.	Proceso constructivo	43
5.2.	Reparación #2: sustitución de todo el espesor de la losa	48
5.2.1.	Generalidades	48
5.2.2.	Materiales	48
5.2.3.	Equipos y herramientas	49
5.2.4.	Proceso constructivo	50
5.3.	Reparación #3: sustitución de espesor parcial de losas	60
5.3.1.	Generalidades	60
5.3.2.	Materiales	61
5.3.3.	Equipos y herramientas	62
5.3.4.	Proceso constructivo	62

5.4.	Reparación #4: cepillado de la superficie	66
5.4.1.	Generalidades	66
5.4.2.	Materiales	66
5.4.3.	Equipos y herramientas	66
5.4.4.	Proceso constructivo	67
5.5.	Reparación #5: levantamiento localizado de losas	68
5.5.1.	Generalidades	68
5.5.2.	Materiales	68
5.5.3.	Equipos y herramientas	69
5.5.4.	Proceso constructivo	69
5.6.	Reparación #6: reparación y nivelación de espaldones	71
5.6.1.	Generalidades	71
5.6.2.	Espaldones de lastre	72
5.6.3.	Espaldones revestidos con concreto	74
5.7.	Reparación #7: colocación o reemplazo de dovelas	76
5.7.2.	Generalidades	76
5.7.3.	Materiales	76
5.7.4.	Equipos y herramientas	76
5.7.5.	Proceso constructivo	77
5.8.	Reparación #8: colocación de juntas de aislamiento para estructuras en el pavimento	80
5.8.1.	Generalidades	80
5.8.2.	Materiales	80

5.8.3. Equipos y herramientas	80
5.8.4. Proceso constructivo	80
5.9. Reparación #9: cosido cruzado de grietas y juntas longitudinales	82
5.9.1. Generalidades	82
5.9.2. Materiales	83
5.9.3. Equipos y herramientas	83
5.9.4. Proceso constructivo	83
6. Lista de chequeo	87
7. Ejemplos de prácticas deficientes	87
8. Referencias	92

INTRODUCCIÓN

El contenido de la siguiente guía tiene como objetivo proporcionar una herramienta a los inspectores de campo en su labor de evaluar la condición existente y las reparaciones aplicadas a pavimentos rígidos con algún grado de deterioro.

Esta guía representa un esfuerzo por parte de la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR, que busca con este documento promover la conservación y mantenimiento de los pavimentos rígidos y eliminar el uso de procedimientos inadecuados durante la inspección y reparación de este tipo de pavimentos, de manera tal que se garanticen obras de mayor durabilidad.

La guía está enfocada en las buenas prácticas de los procesos de inspección y reparación de los deterioros presentes en los pavimentos rígidos.

ATRIBUTOS NECESARIOS EN UN BUEN INSPECTOR

Los atributos personales necesarios en un inspector comienzan por la honestidad y la objetividad. El inspector debe ser honesto y comportarse de una manera justa y recta.

En momentos de presión debe mantener su compostura y tomar buenas decisiones. Debe tener sentido común para ejecutar decisiones competitivas, justificadas con el conocimiento técnico suficiente, apoyado por el criterio técnico de la ingeniería de proyecto y de las especificaciones vigentes, de acuerdo con cada caso en particular.

Debe ser sincero en sus relaciones con las personas, poseer habilidades diplomáticas, ser cortés y capaz de manejar situaciones difíciles sin generar hostilidad.

Además, debe ser muy observador y ser capaz de llevar registros completos y suficientes que respalden la labor ejecutada. El inspector deberá trabajar en conjunto con el ingeniero para determinar y detallar las intervenciones y prácticas constructivas más apropiadas a aplicar, de acuerdo con la obra a realizar.

Por último, se debe recalcar la importancia de la labor del Inspector de Obra, cuya influencia en el día a día en la obra recopila cada detalle que es vital para intervenciones de alta calidad y durabilidad.

1. CONCEPTOS

Aserrado (Corte con sierra): Corresponde a la operación de corte que se realiza con una hoja de sierra diamantada y cuyo objeto es cortar el material, parcial o totalmente. En concretos frescos, el aserrado debe realizarse cuando el concreto haya endurecido lo suficiente para evitar el desmoronamiento en la junta (de 4 a 24 horas), pero antes de que se puedan producir grietas aleatorias por la contracción del concreto.

Barras de amarre: consisten en varillas de acero corrugado que se colocan en juntas longitudinales del pavimento, ya sea entre carriles o entre un carril y el espaldón, y cuya función es evitar el desplazamiento de las losas y la apertura de las juntas longitudinales.

Bombeo: Se define como la pendiente transversal de las secciones en tangente de la carretera, que se desarrolla generalmente desde el eje longitudinal de la vía con mayor elevación de la superficie de rodamiento, hasta los bordes de menor elevación (ver Figura 1). Permite evacuar el agua de lluvia que cae sobre la calzada hacia las cunetas.

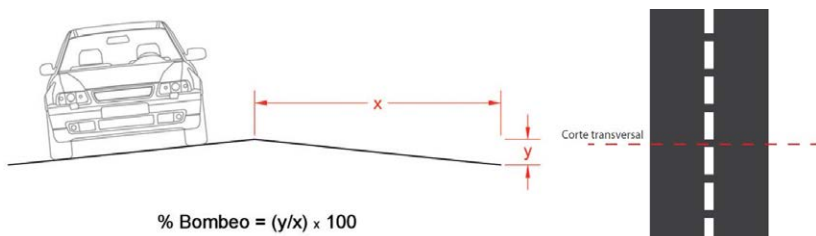


Figura 1. Cálculo del bombeo en una carretera

Bombeo de finos: La expulsión de agua con agregado fino en suspensión, por la presión aplicada por el tránsito vehicular desde la losa sobre las capas de base o subbase en condiciones de humedad. Puede generar deterioros mayores cuando la cantidad de material expulsado degrada el material generando vacíos que dejan partes importantes de la losa sin soporte, especialmente en esquinas, provocando incrementos de tensiones, deformaciones y finalmente la fractura de la losa.

Capacidad estructural: Capacidad del pavimento de resistir las cargas vehiculares producto del volumen y peso de los vehículos. Esta característica se utiliza como base para gestionar las acciones de intervención como mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción de las secciones.

Concreto hidráulico: Material compuesto por un aglomerante formado por cemento y agua, al que se añade partículas o fragmentos de agregados y aditivos específicos en caso de ser requeridos. Con la reacción química resultante entre el agua y el cemento se logra obtener elementos sólidos con resistencias y características específicas.

Fracturamiento de borde: Despostillamiento, rotura o desintegración de los bordes de las losas en las cercanías de una junta, grieta o esquina. Generalmente no se extiende verticalmente a través de la losa, sino que interceptan la junta o grieta (ver Figura 3).

Fricción superficial: Corresponde a la fuerza desarrollada en la interfaz rueda – pavimento que resiste el deslizamiento principalmente cuando los vehículos aplican el frenado. Los principales factores que influyen en esta fuerza son la microtextura, macrotextura y la pendiente transversal de la calzada. La microtextura se refiere a la rugosidad de las partículas gruesas en conjunto con la matriz que las rodea; en pavimentos rígidos se puede mejorar aplicando una suave textura longitudinal pasando un saco de yute o elemento similar (en condición de concreto fresco). Por su parte, la macrotextura corresponde a la textura global del pavimento, la cual depende de la terminación superficial que se haya aplicado; en pavimentos rígidos se realiza transversal al flujo del tránsito formando pequeños canales que facilitan la evacuación del agua hacia los bordes.

Dovela: Barras de acero lisas colocadas en las juntas transversales, encargadas de transferir las cargas del tránsito de una losa a la siguiente en la dirección longitudinal. Estos elementos poseen un extremo adherido a una de las losas y el otro se encuentra libre de movimiento, permitiendo que las losas se contraigan y expandan sin restricción horizontalmente (Figura 2).



Figura 2. Dovelas en pavimento de concreto hidráulico articulado
Fuente: LanammeUCR, 2013

Drenaje superficial: Su objetivo es evacuar de forma rápida el agua superficial de la calzada. El bombeo transversal ayuda a dirigir el agua hasta las estructuras de drenaje longitudinal (cunetas, contracunetas, bordillos y canales) para evacuarlos de la vía sin causar afectación a la calzada u otras estructuras aledañas.

Drenajes internos en el pavimento: Corresponden a elementos colocados para contribuir en la estabilidad y durabilidad de la estructura de pavimentos. Permite eliminar las aguas por filtración lateral, filtración a través del pavimento y para abatir el nivel freático del sitio. Pueden ser parte integral de la estructura de pavimento o elementos externos sin función estructural.

Espaldón (Berma): La parte de la carretera contigua a los carriles de circulación, necesaria para el acomodo de los vehículos que se detienen, para uso en emergencias y para el soporte lateral de la estructura del pavimento.

Grietas y fisuras: Este tipo de deterioros incluye todas las discontinuidades y fracturas que afectan las losas de concreto. Las grietas de ancho menor a 3 mm se denominan fisuras. En la Figura 3 se muestra la manera correcta de dimensionar el ancho de una grieta.

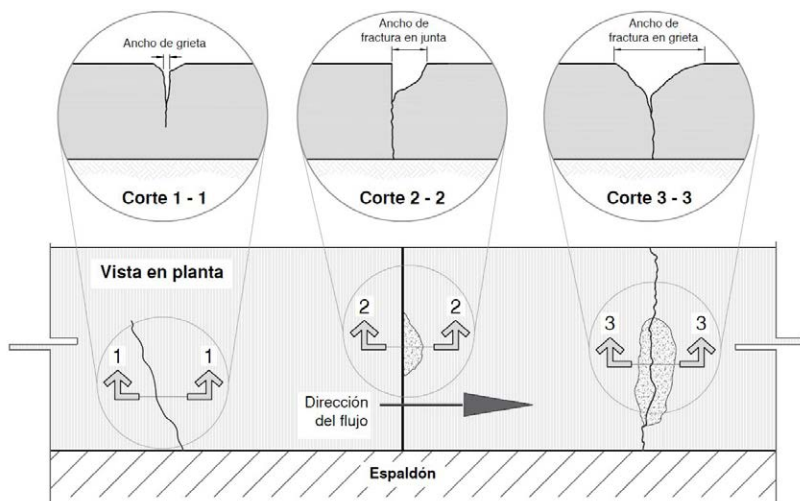


Figura 3. Medición del espesor de grietas, juntas y fracturas

Índice de Regularidad Internacional (IRI): Involucra la utilización de herramientas matemáticas, estadísticas y computacionales para encontrar la medida de regularidad asociada a la carretera. El IRI puede interpretarse como un indicador de la comodidad que genera una carretera al usuario que la transita, por lo que es uno de los criterios que definen la aceptación de un pavimento recién construido o rehabilitado.

Juntas de contracción: Conformadas para evitar que el concreto se agriete aleatoriamente durante el proceso el proceso de contracción por fraguado, por cambios de temperatura y de humedad (Figura 4). Además, permiten controlar los procesos de contracción-expansión de las losas por los cambios de temperatura durante el día y la noche. El diseño del pavimento debe incluir la modulación de las losas de concreto, esto es la ubicación y especificaciones de las juntas, y dimensiones de las losas.

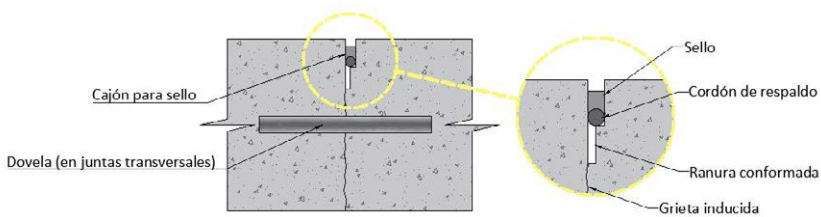


Figura 4. Esquema de junta de contracción

Juntas de expansión: De acuerdo con Federal Highway Administration (2019), la junta de expansión es un tipo especial de junta que se construye en pavimentos de concreto nuevos para controlar posible expansión o movimiento excesivo sin que se presenten altas fuerzas de compresión entre las losas. Se debe evitar el uso frecuente de este tipo de juntas porque puede provocar abertura de las juntas de contracción cercanas. En pavimentos de concreto articulado (JPCP) con elementos de transmisión de carga, a las dovelas se les coloca un dispositivo llamado tubo de expansión en su extremo libre (Figura 5).

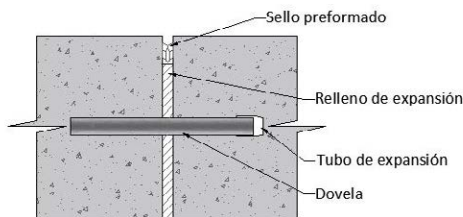


Figura 5. Esquema de junta transversal de expansión

Juntas constructivas: Se originan cuando existen interrupciones de más de 30 minutos en la colocación del concreto, formándose una junta fría (Figura 6). Las juntas de construcción deben coincidir con alguna de las juntas de contracción dispuestas en el diseño, por lo tanto, las juntas de construcción transversales no pueden conformarse a menos de tres metros de la junta anterior y deben moldearse por medio de formaletas que permitan la instalación de las dovelas; mientras que las juntas de construcción longitudinales se forman cuando se construyen carriles de forma independiente.

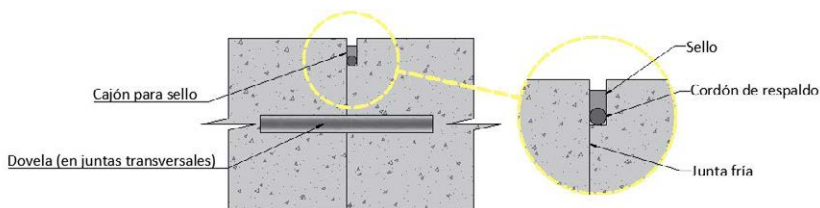


Figura 6. Esquema de junta de construcción

Juntas de aislamiento: Se realizan para minimizar los efectos de la expansión del concreto endurecido ante cambios de temperatura. Su función es separar el pavimento de otras estructuras como puentes, pozos de inspección, tragantes pluviales, muros o cimentaciones de maquinaria, estructuras de iluminación o señalización; de esta forma se evitan presiones excesivas entre las estructuras. Consisten en una ranura que se forma en la totalidad del espesor de la losa de concreto, de un sello que impide el ingreso de agua, y de un relleno de expansión conformado desde la base (Figura 7). Este tipo de juntas no posee dovelas ni barras de amarre.

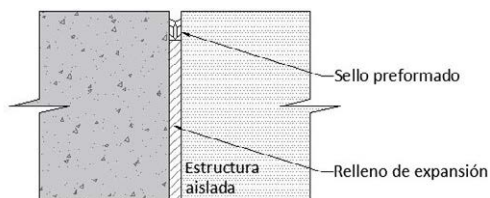


Figura 7. Esquema de junta aislante

Lechada cementante: Mezcla de material cementicio y agua, con o sin agregados finos, dosificada para obtener una consistencia que permita su colocación sin que se produzca la segregación de los constituyentes.

Pavimento: Estructura constituida por un conjunto de capas superpuestas de diferentes materiales, adecuadamente compactados, que se construyen sobre la subrasante de la vía (suelo) con el objeto de distribuir las cargas del tránsito durante el periodo de diseño, brindando una superficie de rodamiento uniforme, cómoda y segura.

Pavimento rígido: Pavimento cuya superficie de ruedo está constituida principalmente por concreto hidráulico (hormigón). En estos pavimentos las cargas son absorbidas y distribuidas principalmente por la losa de concreto, mientras que las capas inferiores sirven como apoyo.

Pavimento de concreto articulado JPCP: Es un pavimento de losas de concreto con longitudes entre 3 y 6,5 m. Las juntas transversales pueden poseer dovelas para transmisión de carga, mientras que las longitudinales pueden contar con barras de amarre entre losas contiguas. Es el tipo de pavimento rígido más frecuentemente implementado en Costa Rica, ya que, al no poseer acero de refuerzo, los costos iniciales para su construcción son más bajos que aquellos con refuerzo.

En la Figura 8 se muestra un esquema de un pavimento articulado (JPCP, por sus siglas en inglés), con dovelas y barras de amarre.

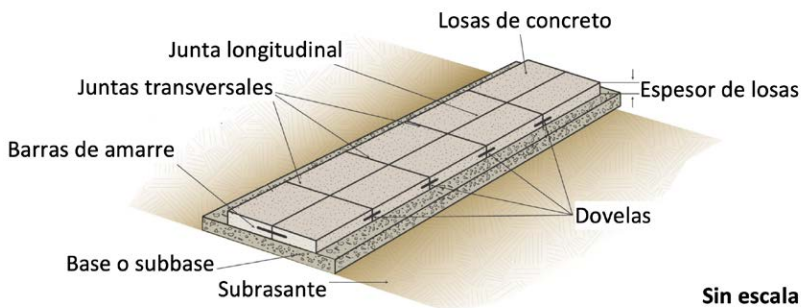


Figura 8. Esquema de pavimento de concreto articulado (JPCP) con dovelas

Fuente: Adaptado de Federal Highway Administration, 2006

Sellado de juntas y grietas: Actividad que consiste básicamente en la limpieza de las juntas o grietas, y su posterior sellado con productos asfálticos, cordones de respaldo, silicón o materiales elastoméricos, a fin de prevenir la entrada de agua a la estructura del pavimento y otros materiales perjudiciales para la contracción y expansión de la junta o grieta.

Transferencia de cargas: Se refiere a la capacidad que tiene un sistema de pavimento rígido de transmitir las cargas de tránsito para que éstas sean soportadas entre dos losas adyacentes, cuando el eje del vehículo se acerca al borde de la losa (ver Figura 9).

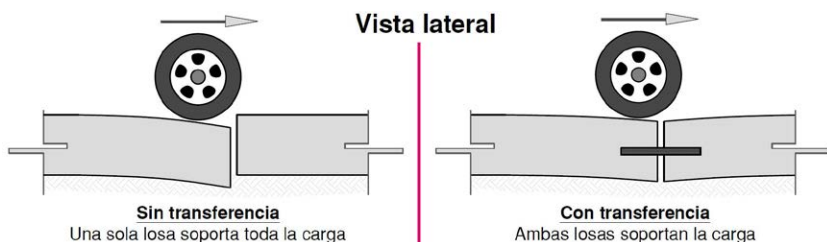


Figura 9. Diferencia entre un pavimento sin transferencia y uno con transferencia de carga

2. PERSONAL

El personal requerido varía dependiendo del proceso de reparación a realizar, sin embargo, como mínimo, pero sin limitarse a este, se requiere el siguiente personal de trabajo:

- Inspector
- Encargado
- Operadores de maquinaria
- Cuadrilla de colocación y acabado
- Controladores del tránsito
- Cuadrilla de topografía

3. EQUIPO Y MAQUINARIA DE INSPECCIÓN Y REPARACIÓN

Los procesos de reparación de un pavimento de concreto requieren del equipo apropiado para obtener un trabajo de calidad y duración adecuadas. Se debe tomar en cuenta que existen diferentes métodos para reparar los deterioros, por lo que el equipo utilizado se indica en cada reparación en específico.

Cámara fotográfica: Se utiliza para llevar un registro fotográfico georreferenciado de los procesos de inspección y reparación.



Camión mezclador de concreto: Se utiliza para el transporte del concreto premezclado desde la planta de producción. Posee una batidora en su parte trasera que mantiene el concreto en constante movimiento, ayudando a retrasar el proceso de fraguado y evitar la segregación durante el transporte, consecuentemente manteniendo una homogeneidad requerida.



Camión de riego de agua: Vehículo pesado destinado al transporte de agua para el riego de superficies de material granular. Debe contar con un sistema de irrigación uniforme y con facilidad de cuantificar y calibrar la cantidad de líquido aplicado.



Cepilladora con rodillo diamantado: Equipo autopropulsado especialmente diseñado para suavizar, perfilar y dar una textura adecuada a la superficie del pavimento. El rodillo (tambor) de este equipo debe contener entre 164 y 194 discos con punta de diamante por metro y cumplir las especificaciones de ranurado que solicite la Administración.



Cepillo o escoba: Se utiliza para limpiar y barrer la junta y las superficies cercanas a esta. De manera que queden libres de polvo o agentes contaminantes luego de preparar la gaveta y antes de realizar la limpieza con aire a presión.



Cinta métrica: Instrumento de medida que consiste en una cinta flexible y graduada de fácil manipulación y transporte. Se utiliza para el control de las dimensiones de los diferentes procedimientos de reparación.



Clinómetro: Instrumento de medición que determina la inclinación de un objeto o estructura, con respecto a una línea de referencia. Es utilizado para corroborar pendientes, bombeos, peraltes, alineaciones de formaletas y algunas otras aplicaciones. Este proceso también puede realizarse utilizando una aplicación de teléfono celular inteligente, previamente calibrada.



Codal o escantillón: pieza de madera o aluminio perfectamente recta de al menos 3 metros de longitud, utilizada para comprobar la regularidad superficial longitudinal y transversal de las losas de concreto hidráulico.



Compactador de rodillo: Equipo autopropulsado de gran peso, dotado de uno o varios rodillos lisos, cuya función consiste en aplicar la energía necesaria para densificar el material sobre el cual se desplaza.



Compactador de bota (brincón): Equipo manual autopropulsado que utiliza una plancha para aplicar energía y densificar el material sobre el cual es aplicado. Se utiliza para compactar material granular en reparaciones puntuales.



Equipo de aire a presión (compresor): Este equipo permite eliminar del interior de la junta las partículas más pequeñas que pueden afectar la adherencia del material del sello a colocar.



Equipo de aplicación de sello: Se deben incluir los equipos necesarios para aplicar el sellado de juntas y grietas, de acuerdo con las especificaciones del proyecto y del fabricante del producto.



Equipo de corte con discos diamantados: Consiste en una sierra circular con discos de punta de diamante capaz de cortar el concreto y materiales de sello en las juntas. El equipo debe permitir calibrar la profundidad del corte, utilizando el disco con el espesor necesario para realizar el corte de acuerdo con los requerimientos de acuerdo con el tipo de reparación.



Equipo detector de acero (Pachómetro): Equipo que utiliza la inducción de pulsos de corriente eléctrica para determinar la ubicación y tamaño de los elementos de acero dentro de las losas del pavimento.



Equipo mezclador de concreto en obra:

Equipo autopropulsado que se utiliza para la mezcla de concreto hidráulico en el sitio de la obra. Se utiliza para reparaciones pequeñas que no demandan altos volúmenes de concreto.



Equipo de topografía: Se requiere para tener un adecuado control del alineamiento vertical y horizontal de la condición del pavimento y las reparaciones. Con este equipo se verifican los espesores de las capas del pavimento, así como pendientes transversales y longitudinales.



Flota o flotadora: Elemento que se aplica sobre la superficie del concreto fresco, después de que éste ha sido nivelado. Su función es asegurar la regularidad en la superficie y su acabado antes de las labores de texturizado y curado.



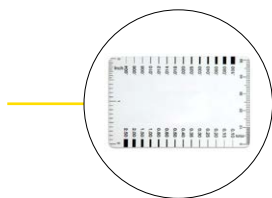
Herramientas manuales: Se requieren para labores menores como afinado y demolición de elementos, movimiento y recolección de materiales, entre otros (carretillo, palas, picos, mazos, cucharas, llanetas y otros).



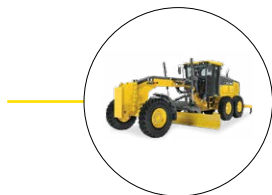
Martillo neumático liviano: Equipo de perforación y demolición que utiliza aire comprimido alimentado por un equipo de aire a presión. Se utiliza para la demolición del concreto en las zonas deterioradas.



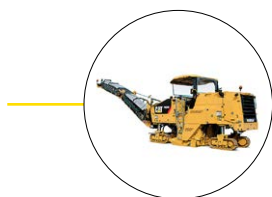
Medidor de grietas: Elemento plástico graduado que permite medir y monitorear el espesor de las grietas presentes en el pavimento.



Motoniveladora: Maquinaria cuyo propósito es nivelar terrenos a través de una larga hoja metálica que mantiene en contacto con el suelo y se ajusta según el ángulo y nivel que se requiera. Se utiliza principalmente para reparar espaldones no revestidos o largos tramos de reparación de la losa en todo su espesor que requiere una reconfiguración de la base.



Perfiladora: Se utiliza para remover el espesor total o parcial de la o las losas de concreto que requiere su sustitución. Generalmente con esta máquina se garantiza mayor uniformidad en el espesor removido, sin embargo, siempre es importante realizar los cortes en los bordes del área a intervenir. Es importante valorar si es posible su utilización cuando se tiene presencia de acero en las losas.



Retroexcavadora: Equipo hidráulico que permite excavar y remover material de la zona deteriorada. Es recomendable que el equipo tenga un brazo corto y pala pequeña, y que el operario sea cuidadoso al trabajar para no afectar más allá de lo que es necesario reparar.



Taladro para concreto: Equipo giratorio capaz de perforar concreto hidráulico endurecido. Se utiliza para colocar dovelas, barras de acero en juntas longitudinales y el cosido cruzado de grietas y juntas.



Vagoneta: Vehículo para el transporte de agregados y desechos de las reparaciones. Debe poseer un fondo metálico, hermético, limpio y liso, pintado con material que evite la adhesión de los materiales a las paredes. Provisto de una lona impermeable para proteger los materiales y evitar la caída de material durante el traslado.



Vibrador de concreto: Equipo autopulsado que libera el aire atrapado en la mezcla de concreto (densificación), a partir de vibraciones en el interior del concreto durante su colocación.



4. IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE DETERIOROS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS

La identificación de los deterioros y las causas que los originan corresponde a una etapa vital para definir la metodología de reparación a utilizar de acuerdo con los normativa y códigos vigentes, así como la aprobación de la Administración.

Permite determinar en base a auscultación visual la condición actual del pavimento, así como su comportamiento a partir de este momento.

Se puede establecer con cierto criterio, el periodo en el cual es necesario aplicar alguna actividad de mantenimiento, mejora o rehabilitación.

Se puede planificar a partir de este momento, la cantidad de recursos a asignar para la restitución de su condición de servicio, tanto estructural como funcional.

A continuación, se presentan de forma resumida los principales deterioros en pavimentos rígidos, así como los procedimientos generales de reparación para cada caso en específico. Para mayor detalle de cada deterioro, se puede consultar el *“Manual de Auscultación Visual de Pavimentos de Costa Rica (MAV-2016)”* o su versión vigente.

4.1. JUNTAS

4.1.1. DETERIORO DEL SELLADO DE JUNTAS (TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES)

Descripción	Se considera como deterioro del sello cualquiera de los siguientes defectos: endurecimiento, desprendimiento de una o ambas paredes, fluencia fuera de la caja, carencia total, incrustación de materiales ajenos y crecimiento de vegetación.
Reparación	Aplicar el procedimiento de la REPARACIÓN #1 (Sellado de Juntas y Grietas). Para juntas longitudinales que presenten severidad de leve a media y crecimiento de la abertura, aplicar la REPARACIÓN #9 (Cosido cruzado de juntas y grietas longitudinales).



a) Severidad Leve



b) Severidad Alta

Figura 10. Deterioro del sellado de juntas

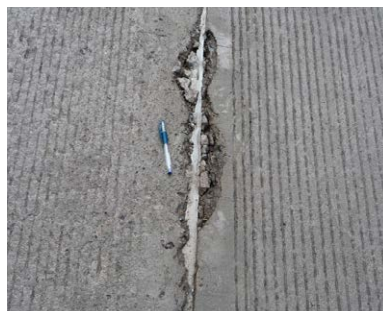
Fuentes: a) y b) LanammeUCR. (2020)

4.1.2. FRACTURAS EN JUNTAS Y ESQUINAS (DESPOSTILLAMIENTO)

Descripción	Desintegración de las aristas de una junta, grietas o intersección de juntas (esquinas), con pérdida de trozos y que puede afectar hasta unos 500 mm dentro de la losa, distancia medida entre los bordes superiores de las losas (ver Figura 3).
Reparación	Severidad baja (ancho de fracturas menor a 50 mm): reparar el sello según la REPARACIÓN #1 (Sellado de Juntas y Grietas). Severidad media y alta (ancho de fracturas mayor a 50 mm): reparar mediante el procedimiento REPARACIÓN #3 (Sustitución de espesor parcial) o en casos de un deterioro muy severo utilizar el procedimiento REPARACIÓN #2 (Sustitución de todo el Espesor).



a)



b)

Figura 11. Juntas fracturadas (saltaduras o despostillamiento)

Fuentes: a) Calo. (2016) y b) Calo. (2018)

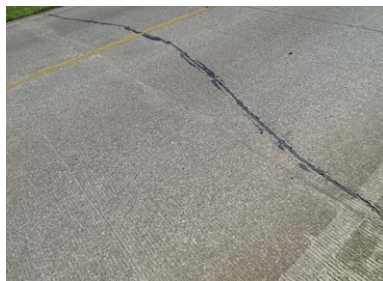
4.2. GRIETAS

4.2.1. GRIETAS LONGITUDINALES, TRANSVERSALES Y DIAGONALES

Descripción	<p>Longitudinales: Grietas predominantemente paralelas al eje de la calzada o que se extiende desde una junta transversal hasta el borde lateral de la losa, pero la intersección se produce a una distancia mucho mayor que la mitad de la longitud de la losa.</p> <p>Transversales: Grietas que se presentan perpendiculares al eje de circulación de los vehículos. También pueden extenderse desde la junta transversal hasta la junta longitudinal, siempre que la intersección con la junta transversal esté a una distancia mayor que la mitad del ancho de la losa y la intersección con la junta longitudinal se encuentre a una distancia inferior que la mitad del largo de la losa.</p>
Reparación	<p>Para niveles de severidad baja y media, sellar según REPARACIÓN #1 (Sellado de Juntas y Grietas).</p> <p>Para nivel de severidad alta, aplicar a todo el tramo dañado el procedimiento REPARACIÓN #2 (Sustitución de todo el Espesor).</p> <p>Para grietas longitudinales que presenten severidad leve y sin movimiento de la abertura, aplicar la REPARACIÓN #9 (Cosido cruzado de juntas y grietas longitudinales).</p>



a)



b)

Figura 12. Grietas longitudinales, transversales y diagonales

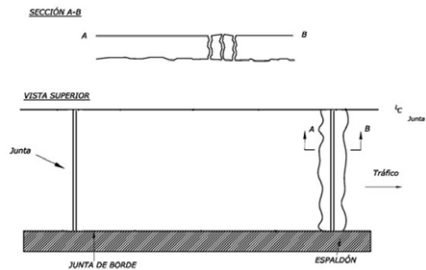
Fuente: a) y b) LanammeUCR. (2020)

4.2.2. GRIETAS POR PUNZONAMIENTO (PUNCHOUT)

Descripción	Este deterioro se da en un área localizada en la losa que se ha partido en pedazos, generalmente lo define una grieta y una junta, la separación entre ambas es menor a 1,5 m.
Reparación	Para nivel de severidad alta, aplicar a todo el tramo dañado el procedimiento REPARACIÓN #2 (Sustitución de todo el Espesor). En caso de ser requerido, reponer o colocar los elementos de transmisión de carga según el procedimiento REPARACIÓN #7 (Colocación o reemplazo de dovelas).



a)



b)

Figura 13. Grietas por punzonamiento (punchout)

Fuente: a) LanammeUCR. (2020) y b) Adaptado de Federal Highway Administration (2003)

4.2.3. GRIETAS DE ESQUINA

Descripción	Grieta que origina un trozo de losa de forma triangular, al interceptar las juntas transversal y longitudinal, en una distancia menor o igual a la mitad de la losa medida a partir de la esquina.
Reparación	Para severidad baja, sellar según REPARACIÓN #1 (Sellado de Juntas y Grietas). Para severidades media y alta, aplicar el procedimiento REPARACIÓN #2 (Sustitución de todo el Espesor).



a)



b)

Figura 14. Grietas de esquina

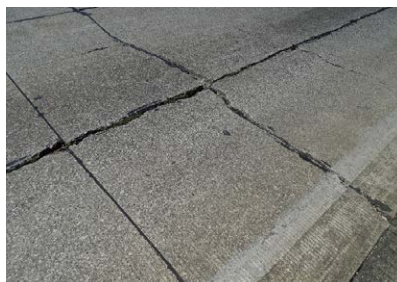
Fuentes: a) Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica. (2002)
y b) Ministerio de Transporte. Bogotá, Colombia (2006)

4.2.4. GRIETAS EN BLOQUE O FRAGMENTACIÓN MÚLTIPLE (LOSA DIVIDIDA)

Descripción	Aparecen por la unión de grietas longitudinales y transversales formando bloques a lo largo de la placa.
Reparación	<p>Dependerá del número de piezas en las que se subdividió la losa y del espesor de las grietas:</p> <p>De 2 a 3 piezas: REPARACIÓN #1 (Sellado de Juntas y Grietas)</p> <p>De 4 a 5 piezas: REPARACIÓN #1 (Sellado de Juntas y Grietas) o REPARACIÓN # 2 (Sustitución de todo el Espesor) según el grado de severidad</p> <p>Más de 5 piezas: REPARACIÓN #2 (Sustitución de todo el Espesor)</p>



a)



b)

Figura 15. Grietas en bloque o fragmentación múltiple
Fuentes: a) y b) LanammeUCR. (2020)

4.2.5. GRIETAS EN POZOS Y SUMIDEROS O TRAGANTES

Descripción	Se presentan como una clasificación independiente, debido a que son grietas que están directamente relacionadas con la presencia de un pozo, sumideros, tragantes o cualquier estructura que interfiere la continuidad de las losas de pavimento.
Reparación	Cuando no existe afectación de las losas de pavimento, aplicar el procedimiento REPARACIÓN #1 (Sellado de Juntas y Grietas). Caso contrario, aplicar la REPARACIÓN #2 (Sustitución de todo el Espesor). Se deben seguir las especificaciones mínimas descritas en la REPARACIÓN #8 (Colocación de juntas de aislamiento)



a)



b)

Figura 16. Grietas en pozos y sumideros

Fuentes: a) Ministerio de Transporte. Bogotá, Colombia (2006) y b) Plásticos Estructurales. (2015)

4.3. DETERIOROS SUPERFICIALES

4.3.1. FISURAMIENTO SUPERFICIAL POR CONTRACCIÓN

Descripción	Grietas finas, de menos de 2 m de longitud que no se extienden en toda la losa, ni en todo el espesor. Se forman durante el proceso de curado del concreto.
Reparación	Para cualquier nivel de deterioro, utilizar el procedimiento denominado REPARACIÓN #3 (Sustitución de espesor parcial).



a) Severidad Baja

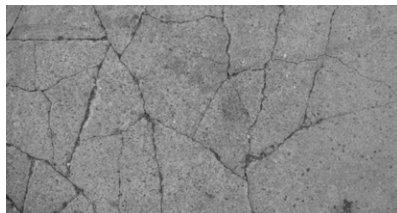


b) Severidad Alta

Figura 17. Fisuramiento superficial por contracción
Fuentes: a) Ministerio de Transporte. Bogotá, Colombia (2006) y
b) National Concrete Pavement Technology Center. (2019)

4.3.2. FISURAMIENTO TIPO MALLA O RESQUEBRAJADURAS

Descripción	Conjunto de fisuras finas interconectadas que se producen en la superficie del pavimento, se tienden a intersectar en ángulos de 120°.
Reparación	Para cualquier nivel de deterioro, utilizar el procedimiento denominado REPARACIÓN #2 y #3 (Sustitución de espesor parcial o total de acuerdo a su severidad).



a) Severidad Baja



b) Severidad Alta

Figura 18. Fisuramiento tipo malla o resquebrajaduras

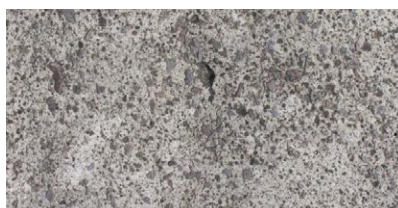
Fuentes: a) Vidaud. (2014) y b) Ministerio de Obras Públicas y Transportes, MAV (2016)

4.3.3. DESPRENDIMIENTO DE AGREGADO

Descripción	Corresponde a la pérdida progresiva del agregado de la superficie, en primera instancia materiales finos y luego un desprendimiento del agregado grueso, provocando una superficie con pequeñas cavidades expuestas.
Reparación	Mediante el procedimiento REPARACIÓN #3 (Sustitución de espesor parcial).



a)



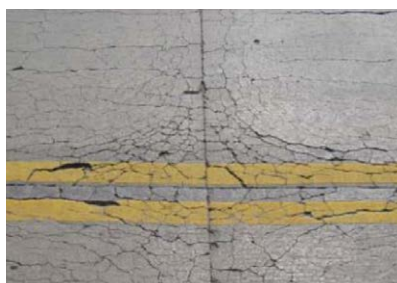
b)

Figura 19. Desprendimiento de agregado

Fuentes: a) Ministerio de Transporte. Bogotá, Colombia (2006) y b) Ministerio de Obras Públicas y Transportes, MAV (2016)

4.3.4. AGRIETAMIENTO SUPERFICIAL POR DURABILIDAD

Descripción	Corresponde a un patrón de grietas finas muy cercanas entre sí, que aparecen cerca de las juntas longitudinales, transversales, grietas y cerca de los bordes libres de las losas. Estas grietas suelen curvarse en la intersección de las juntas longitudinales y transversales, presentan una coloración oscura. Este tipo de deterioros ocurren principalmente por ciclos de congelamiento y descongelamiento, por lo que no es común en climas tropicales.
Reparación	Severidad baja y media: procedimiento según REPARACIÓN #3 (Sustitución de espesor parcial). Severidad alta: reparar de acuerdo con la REPARACIÓN #2 (Sustitución de todo el Espesor).



a)



b)

Figura 20. Agrietamiento superficial por durabilidad

Fuente: Calo. (2018)

4.3.5. PULIMENTO DE AGREGADOS Y PÉRDIDA DE TEXTURAS SUPERFICIALES

Descripción	Carencia o pérdida de la textura superficial necesaria para que exista una fricción adecuada entre el pavimento y los neumáticos.
Reparación	<p>Generar mayor textura en la superficie del pavimento, de acuerdo con la REPARACIÓN #4 (Cepillado de la Superficie).</p> <p>Cuando no sea posible aplicar el cepillado o se presenten otros deterioros, intervenir según la REPARACIÓN #3 (Sustitución de espesor parcial de la losa)</p>



a) Pulimento de agregados



b) Pérdida de textura superficial

Figura 21. Pulimento de agregados y pérdida de texturas superficiales

Fuentes: a) Ministerio de Obras Públicas y Transportes, MAV (2016) y

b) Ministerio de Transporte. Bogotá, Colombia (2006)

4.4. OTROS DETERIOROS

4.4.1. VOLADURA (BLOW UP) O LEVANTAMIENTOS LOCALIZADOS

Descripción	Las voladuras o levantamientos localizados, ocurren en temperaturas altas, usualmente en las juntas o grietas transversales que no poseen ancho suficiente para que las losas se expandan o cuando se han introducido materiales incompresibles en las juntas que han perdido el sello. Al colisionar, la presión provoca que los bordes de las losas exploten, se levanten o se agrieten de forma súbita.
Reparación	Utilizar el procedimiento REPARACIÓN #2 (Sustitución de todo el Espesor).



a)



b)

Figura 22. Levantamientos localizados
Fuentes: Calo. (2018)

4.4.2. ESCALONAMIENTO DE JUNTAS Y GRIETAS

Descripción	Desnivel entre dos superficies del pavimento, separadas por una junta o grieta.
Reparación	<p>Utilizar el procedimiento REPARACIÓN #5 (Levantamiento localizado de losas) o REPARACIÓN #2 (Sustitución de todo el Espesor) según corresponda al grado de severidad.</p> <p>Para escalonamientos de severidad baja, cepillar la superficie según la REPARACIÓN #4 (Cepillado de la Superficie).</p>



a)



b)

Figura 23. Escalonamiento de juntas y grietas

Fuentes: a) Ministerio de Obras Públicas y Transportes, MAV (2016) y b) Calo. (2018)

4.4.3. ESCALONAMIENTO ENTRE CALZADA Y ESPALDÓN

Descripción	Corresponde a la diferencia de nivel entre la superficie del borde externo del pavimento y el espaldón.
Reparación	Problemas estructurales en el espaldón: Nivelación de la losa con el material del espaldón, de acuerdo con la REPARACIÓN #6 (Reparación y nivelación de espaldones). Problemas estructurales en la losa de pavimento: Para todos los casos utilizar la REPARACIÓN #5 (Levantamiento localizado de losa) o REPARACIÓN #2 (Sustitución de todo el Espesor) según corresponda.



a)



b)

Figura 24. Descenso del espaldón

Fuentes: a) Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica. (2002) y
b) Ministerio de Obras Públicas y Transportes, MAV (2016)

4.4.4. BACHES DETERIORADOS

Descripción	Área o sección de la losa que ha sido removida y reemplazada por concreto que se ha deteriorado.
Reparación	Utilizar el procedimiento REPARACIÓN #3 (Sustitución de espesor parcial) o REPARACIÓN #2 (Sustitución de todo el Espesor) según corresponda al grado de severidad.



a)



b)

Figura 25. Baches deteriorados

Fuentes: a) Ministerio de Transporte. Bogotá, Colombia (2006) y b) Calo. (2018)

4.4.5. BOMBEO DE FINOS

Descripción	Expulsión de agua que contiene agregados finos en suspensión, principalmente a través de las juntas, grietas y borde externo del pavimento. Puede generar deterioros mayores cuando la cantidad de material expulsado produce vacíos en la losa, lo que deja partes importantes de la losa sin soporte, provocando incrementos de tensiones, deformaciones y finalmente la fractura de la losa.
Reparación	Localizar el origen del agua infiltrada; si se trata de las juntas o grietas, proceder a resellarlas según la REPARACIÓN #1 (Sellado de Juntas y Grietas). Cuando el fenómeno ha originado un deterioro en el pavimento con una severidad media o alta (ver Figura 26), se debe aplicar el procedimiento de la REPARACIÓN #2 (Sustitución de todo el Espesor).



a)



b)

Figura 26. Bombeo de finos

Fuentes: a) Calo. (2018) y b) Ministerio de Obras Públicas y Transportes, MAV (2016)

5. PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE REPARACIÓN

Durante la ejecución de obras contratadas, es importante realizar los procedimientos correctos de manera que se logre la mayor durabilidad y se asegure la inversión realizada. Se deben aplicar las especificaciones del cartel de licitación y los códigos de construcción vigentes del país. Los procesos constructivos a seguir, dependerán de la solución técnica aprobada por la Administración, no obstante, como mínimo se deberán aplicar los siguientes procedimientos, según sea el caso.

ACCIONES A TOMAR EN CUENTA ANTES, DURANTE Y DESPUÉS DE REALIZAR CUALQUIER PROCEDIMIENTO DE REPARACIÓN

1. Colocación de los dispositivos de señalización, seguridad y control del tránsito, de acuerdo al Plan de Control de Tránsito del proyecto y los lineamientos del *Manual Técnico de Protección de Obra*, de la Dirección General de Ingeniería de Tránsito del MOPT, en su versión vigente.
2. El personal debe portar los equipos de protección personal según corresponda, de acuerdo con las normas nacionales vigentes de seguridad ocupacional.
3. Asegurar un control adecuado del tránsito cuando sea necesario, debidamente aprobado por la Administración.
4. Confeccionar un registro fotográfico preferiblemente georreferenciado, con indicación de la ruta, sección de control, estacionamiento, comentarios, y cualquier otra información que se considere necesaria.
5. Las labores involucradas en la ejecución de las actividades de reparación, se deben hacer sin causar daño a ningún elemento presente y de carácter necesario para el adecuado funcionamiento de la vía.
6. Al terminar las actividades de reparación, se debe realizar la limpieza general del sitio y el traslado de los desechos a un depósito provisto para tal efecto, con la aprobación previa por parte de la Administración.
7. Retirar las señales y dispositivos de seguridad al concluir los trabajos de limpieza del sitio para la reanudación del tránsito.

Los procedimientos y especificaciones descritos en las reparaciones corresponden a una **recomendación** de acuerdo con la normativa nacional vigente, así como códigos y especificaciones nacionales e internacionales. Las soluciones indicadas **pueden variar** de acuerdo con el criterio técnico de la **Administración**.

En caso de lluvia, **El Inspector** debe detener el procedimiento de reparación hasta que las condiciones no generen ninguna afectación a los trabajos, según corresponda al tipo de reparación.

5.1. REPARACIÓN #1: SELLADO DE JUNTAS Y GRIETAS

5.1.1. GENERALIDADES

Antes de iniciar esta reparación, es necesario cerciorarse que las juntas y grietas no experimenten desplazamientos verticales significativos entre sí.

Las juntas y grietas que presentan desplazamientos verticales, deben repararse antes de proceder con un resellado, de acuerdo con los procedimientos REPARACIÓN #2 (sustitución de todo el espesor de la losa) y REPARACIÓN #3 (Sustitución de espesor parcial de losa), según corresponda. En caso de que el espesor de la junta o grieta se esté incrementando, es preciso aplicar el procedimiento de la REPARACIÓN #9 (Cosido cruzado de juntas y grietas longitudinales) para luego aplicar el sellado correspondiente.

5.1.2. MATERIALES

Los materiales para la ejecución de esta actividad, deberán cumplir en lo que corresponda, con lo indicado en el *Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes (CR-2010)* o su versión vigente. Como mínimo, pero sin limitarse a estos, se requieren los siguientes materiales:

Cuadro 1. Materiales a utilizar para la reparación de juntas o grietas según su espesor

Clasificación	Espesor	Material
Juntas Tipo 1	Menor a 12 mm	Productos que tengan una deformación admisible entre el 20% y 30%
Juntas Tipo 2	Entre 12 y 20 mm	Productos del tipo termoplástico aplicados en caliente, que tengan una deformación admisible entre el 10% y el 20%
Juntas Tipo 3	Entre 20 y 30 mm	Producto tipo mástic asfáltico modificado con polímero
Grietas Tipo 1	Entre 3 y 30 mm	
Juntas Tipo 4	Superior a 30 mm	Mezcla de arena – emulsión asfáltica, utilizando una dosis mínima de 18% de emulsión
Grietas Tipo 2	Superior a 30 mm	
Juntas Longitudinales	Cualquier espesor	Seguir recomendaciones anteriores según el espesor

Fuente: Manual de Especificaciones Generales para la Conservación de Caminos, Carreteras y Puentes, MCV-2015.

5.1.3. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Para la ejecución de esta actividad se requiere como mínimo el siguiente equipo:

- Equipo de corte de disco con punta de diamante
- Inyector de aire caliente comprimido
- Equipo de aplicación de sello
- Herramientas manuales
- Cepillo o escoba

5.1.4. PROCESO CONSTRUCTIVO

La metodología constructiva a seguir deberá ser aprobada por la Administración, no obstante, al menos se deben cumplir los siguientes procedimientos:

1) Limpieza

- a) Limpiar completa y cuidadosamente toda la profundidad y alrededores de la junta, removiendo restos de sellos antiguos o materias ajenas a la junta (ver Figura 27).

Utilizar: Sierras y herramientas manuales de poco impacto que no afecten las paredes de la junta.

No utilizar: Herramientas de impacto como macanas, chuzos, equipos mecánicos de percusión o cualquier equipo que pueda afectar la integridad del concreto o fracturar los bordes de las juntas existentes. No utilizar solventes, salvo que el procedimiento esté aprobado por la Administración.



a)



b)

Figura 27. Limpieza de la junta por reparar
Fuente: a) Calo. (2018) y b) SACVISA. (2015)

- b) Realizar un barrido en primera instancia con una escoba con cerdas de plástico y luego reparar cuidadosamente con una escobilla de cerdas de acero. La limpieza deberá terminar con un soplado con aire comprimido a una presión mínima de 830 kPa (120 psi) para eliminar todo vestigio de materiales contaminantes.

El Inspector debe revisar que la caja de la junta y los alrededores de la misma, se encuentren libres de impurezas, imperfecciones y agrietamientos que puedan afectar el funcionamiento del sello. Debe verificar que el pavimento no muestre señales de humedad que afecten la adherencia del material del sello.

2) Imprimación

En caso de que se requiera o se indique el uso de imprimación por parte de la Administración, **El Inspector** debe verificar que se produzca una adecuada adherencia entre el sellante y las paredes de las juntas o grietas.

3) Sellado de juntas y grietas

Para todos los tipos de juntas, el material sellante deberá cubrir el ancho de la caja y quedar entre 4 y 5 mm por debajo de la superficie del pavimento (Ver Figura 28).

a) Sellado de junta tipo 1 (menores a 12 mm):

- I. Las juntas que carezcan de una caja en su parte superior se recomienda aserrarse para conformar una caja, mínimo entre 8 y 12 mm de ancho y entre 22 y 35 mm de profundidad, según el tipo de sellante y respaldo por emplear (Ver Figura 28). El cordón o lámina empleado como respaldo deberá ser ligeramente más ancho que la junta, además, debe quedar perfectamente alineado a una profundidad constante y sin pliegues o curvaturas.
- II. Cuando el fabricante del sellador recomiende usar imprimante, éste se deberá colocar en forma homogénea cubriendo las dos caras de la junta.

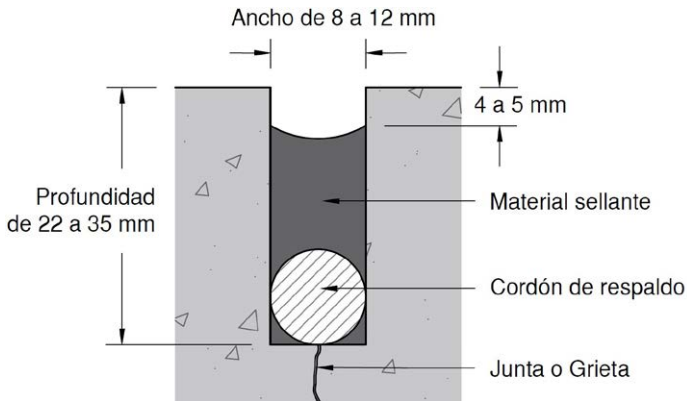


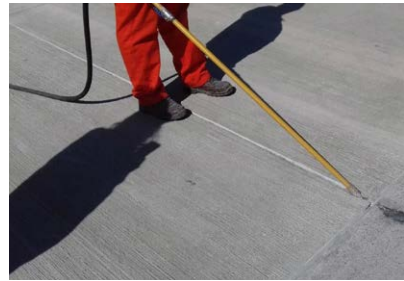
Figura 28. Detalle de relleno de juntas no mayores a 12 mm de ancho

Fuente: Adaptado del Catálogo de Deterioros para Pavimentos Rígidos.

Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica, 2002.



a)



b)

Figura 29. Colocación del cordón de respaldo y el material sellante

Fuente: a) SACVISA. (2015) y b) Calo. (2016)

b) Sellado de juntas tipo 2 (entre 12 y 20 mm):

Para la reparación de este tipo de juntas se seguirá un procedimiento similar al descrito para las juntas tipo 1, salvo que el ancho de la caja será de hasta 20 mm, su profundidad será la necesaria para colocar el cordón de respaldo o lámina y el sellante debe contar con mínimo 14 mm de profundidad.

c) Sellado de juntas tipo 3 (entre 20 y 30 mm):

La profundidad del material de sello será como mínimo 15 mm. El sellado se aplica utilizando productos del tipo mastic asfáltico modificado con polímero que cumplan con los requerimientos estipulados en el siguiente cuadro:

Cuadro 2. Requisitos de los productos tipo Mastic Asfáltico modificados con polímeros

Parámetro	Condiciones	Límites
Penetración	(25°C, 100g, 5s)	Máximo 60×10^{-1} mm
Ductilidad (0°C)	(0°C)	Mínimo 20 mm
Filler	(porcentaje en peso)	Máximo 25%
Punto de ablandamiento	-	Mínimo 58°C

Fuente: Manual de Especificaciones Generales para la Conservación de Caminos, Carreteras y Puentes, MCV-2015.

d) Sellado de grietas tipo 1 (entre 3 y 30 mm):

Aplicar el aserrado de los bordes, formando una cavidad con un ancho mínimo de 6 mm. Se aplicará el sellado utilizando producto tipo mastic asfáltico que cumpla con lo dispuesto en el procedimiento de las juntas tipo 3 (ver Cuadro 2). El espesor del material sellante será como mínimo de 15 mm, independientemente del ancho superficial de la grieta.

e) Sellado de juntas tipo 4 y grietas tipo 2 (superiores a 30 mm):

Se sellarán con una mezcla de arena y emulsión asfáltica, utilizando una dosis mínima de 18% de emulsión, siempre que el ancho promedio no exceda los 100 mm, en cuyo caso el sellado se debe realizar con una mezcla en caliente. En ambos casos el espesor del material sellante será como mínimo 20 mm.

Las paredes de las juntas y grietas deberán imprimirse con emulsión asfáltica diluida. Se utilizarán emulsiones aniónicas o catiónicas de ruptura lenta (CSS-1 o SS-1), a las que se les agregará una parte igual de agua. No se deberá imprimir una longitud mayor que aquella que pueda sellarse en la jornada de trabajo. Por su parte, la arena deberá cumplir con las siguientes especificaciones granulométricas:

Cuadro 3. Granulometría de la arena a utilizar junto a la emulsión asfáltica

Tamiz		Porcentaje en peso que pasa		
mm	(ASTM)	A	B	C
12.5	(1/2")	-	-	100
10	(3/8")	100	100	85 - 100
5	(No. 4)	85 - 100	85 - 100	55 - 85
2.5	(No. 8)	80 - 90	65 - 90	35 - 65
0.63	(No. 30)	55 - 80	30 - 50	15 - 35
0.16	(No. 100)	5 - 15	5 - 15	2 - 10

Fuente: Catálogo de Deterioros para Pavimentos Rígidos. Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica, 2002.

f) Sellado de juntas longitudinales de cualquier espesor:

- I. Las juntas longitudinales deberán limpiarse y acondicionarse según se especificó anteriormente. El sellado se realiza con productos tipo mastic asfáltico, con las mismas especificaciones de los productos utilizados en las juntas tipo 3 y grietas tipo 1 (ver Cuadro 2).



a)



b)

Figura 30. Sellado de juntas
Fuente: Calo. (2018)

El Inspector debe verificar que se utilicen los materiales descritos o los aprobados por la Administración, así como revisar que se realicen los procedimientos correctos, según corresponda.

5.2. REPARACIÓN #2: SUSTITUCIÓN DE TODO EL ESPESOR DE LA LOSA

5.2.1. GENERALIDADES

La actividad de reparación de losas en todo el espesor se debe realizar como parte del mantenimiento periódico del pavimento rígido. El MCV-2015 recomienda aplicar este procedimiento de reparación cuando los deterioros tengan una profundidad mayor a $1/3$ del espesor total de la losa o mayor a 10 cm de profundidad.

5.2.2. MATERIALES

Los materiales para la ejecución de esta actividad, deberán cumplir en lo que corresponda, con lo indicado en el *Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes (CR-2010)* o su versión vigente. Como mínimo, pero sin limitarse a estos, se requieren los siguientes materiales:

- Concreto Hidráulico:
 - a) Mezcla Tipo A (concreto de alta resistencia inicial):** Debe desarrollar resistencias que sobrepasen los 21 MPa en menos de 24 horas. Este se utiliza cuando se requiere una apertura rápida del tránsito.
 - b) Mezcla Tipo B (concreto de fraguado normal):** Se puede usar cuando la zona intervenida puede protegerse del tránsito por al menos 24 horas.
- Subbase o Base Granular
- Dovelas (diámetro de 30mm mínimo) y barras de amarre
- Mortero epóxico
- Aditivos para concreto
- Productos químicos para el curado

5.2.3. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Para la ejecución de esta actividad se requiere como mínimo el siguiente equipo:

- Equipo de corte de disco con punta de diamante
- Retroexcavadora
- Vagoneta
- Camión mezclador de concreto o equipo mezclador de concreto en obra
- Vibrador de concreto
- Herramientas manuales (palas, cucharas, llanetas y otros)
- Equipo detector de acero
- Martillo neumático liviano
- Taladro para concreto

5.2.4. PROCESO CONSTRUCTIVO

La metodología constructiva a seguir deberá ser aprobada por la Administración, no obstante, al menos se deben cumplir los siguientes procedimientos:

5.2.4.1. Colado de la losa en sitio:

- 1) El diseño de mezcla del concreto a colocar debe contar con la aprobación previa de la Administración. En caso de utilizar concreto para ganancia acelerada de resistencia, se debe seguir el procedimiento especificado por el fabricante o proveedor y aprobado por la Administración.
- 2) **Demarcación del área a intervenir:**
 - a) Demarcar claramente el área por remover. Siempre se debe demarcar un área cuadrada o rectangular, con dos lados paralelos y dos lados perpendiculares a la vía. El área de intervención debe abarcar como mínimo el ancho total de un carril en dirección transversal al flujo de circulación y contar con al menos 1,8 m en el sentido longitudinal.
 - b) Demarcar los elementos de acero presentes en la losa y/o unión con otras losas, utilizando el equipo detector de acero.
- 3) **Remoción del concreto deteriorado:**
 - a) Cuando se remuevan secciones de losa, deben hacerse inicialmente dos cortes con sierra de concreto en el sentido transversal, hasta una profundidad equivalente a una cuarta parte del espesor de la losa. Uno de los cortes se realiza en la línea que delimita la zona por reemplazar y el otro al menos a unos 15 cm fuera de esta línea. Luego, por las líneas interiores se debe cortar en todo el espesor (ver Figura 31).

- b) En los casos de juntas longitudinales y los espaldones pavimentados, los cortes también se deben profundizar en todo el espesor; si los espaldones no son pavimentados se debe hacer espacio para la colocación del encofrado. Cuando la zona dañada incluya una junta de contracción, se procurará dejarla en el centro del área por remover (ver Figura 31).

El Inspector debe revisar que la demarcación sea la adecuada de acuerdo con los deterioros, formando un área de reparación rectangular. Además, debe verificar que las dimensiones de los cortes estén acordes a las indicaciones de esta guía o los indicados por la Administración.

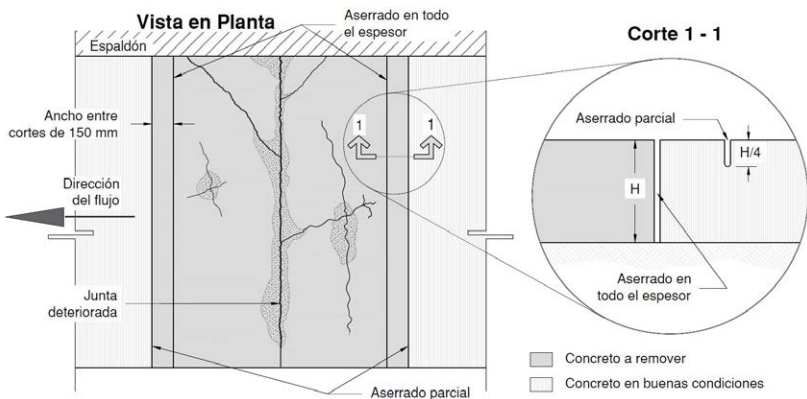


Figura 31. Aserrado del área de reparación

Fuente: Adaptado del Catálogo de Deterioros para Pavimentos Rígidos.
Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica, 2002.

- c) No cortar el acero de amarre entre losas del pavimento o bien, cualquier anclaje que existe entre el acero y el concreto que no será remplazado. Si no se puede evitar cortar el acero, se deberá colocar el acero (dovelas y barras de amarre) sustituto en las losas en buen estado con la longitud de desarrollo requerida y unirlo con el concreto mediante morteros expansivos. En caso de ser necesario, se deberá soldar el acero nuevo con el acero remanente en las losas no extraídas.

El Inspector debe verificar que se realice la detección del acero antes de proceder con el aserrado utilizando los planos constructivos o la inspección con equipo detector de acero. Debe verificar que toda barra removida o requerida sea colocada antes de realizar el colado del concreto de relleno.

- d) Remover el área deteriorada hasta que se encuentre completamente aislada. Se debe proceder de preferencia levantándola en vez de demolerla. Para este proceso se deben realizar perforaciones para introducir pernos que permitan amarrar cadenas para levantarla utilizando maquinaria. En caso que no se pueda aplicar el procedimiento anterior, se debe demoler el área por retirar utilizando equipos de percusión y herramientas manuales.

Nota: En todo procedimiento utilizado para remover la zona deteriorada, se deberá evitar cualquier daño a la subbase o base, las losas y a los espaldones adyacentes.

- e) Si en la acción de remoción se produce algún daño en la subbase o base, ésta se deberá reparar con el mismo tipo de material, de manera que quede perfectamente lisa, a la cota que corresponda y compactada a no menos del 97% de la densidad máxima correspondiente al ensayo Proctor Modificado, de acuerdo con las especificaciones del CR-2010.



a)



b)



c)

Figura 32. Retiro o demolición de las losas de concreto deterioradas

Fuentes: a) y b) Calo. & Fernández, S. (2012) y c) Calo. (2018)

4. Limpieza y preparación de la superficie:

- a) Picar las caras cortadas de las losas que presenten una superficie lisa hasta hacerlas disperejas y rugosas, quedando inclinadas hacia el interior del área intervenida (ver Figura 33). Para ello, se deben usar herramientas livianas, incluso se pueden utilizar martillos neumáticos livianos (máximo de 15 kg de peso) sin dañar la base y la estructura de la losa adyacente.

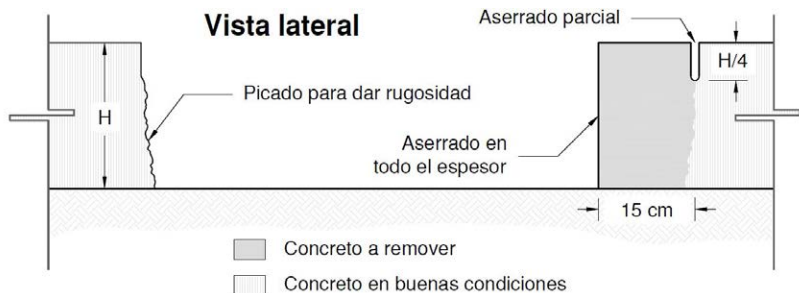


Figura 33. Recomendación de la metodología de picadura de los cortes aserrados

Fuente: Adaptado del Catálogo de Deterioros para Pavimentos Rígidos.
Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica, 2002.

- b) En las juntas transversales con las losas adyacentes (en el sentido de circulación), el MCV-2015 recomienda realizar perforaciones horizontales distanciadas cada 30 cm centro a centro o lo indicado en las especificaciones o planos del proyecto, a la mitad del espesor de la losa (ver Figura 35). Las perforaciones tendrán un diámetro ligeramente mayor al diámetro de las dovelas para dejar espacio para el material de anclaje. Eliminar el polvo y demás desechos en el interior de la perforación utilizando aire comprimido. El diámetro de las dovelas deberá ser de 30 mm como mínimo o lo indicado en las especificaciones o planos del proyecto. Después de limpiar los agujeros y antes de la inserción de las dovelas se debe aplicar un relleno de un material epóxico o un mortero que no se contraiga (ver Figura 34). Posteriormente se debe engrasar el lado de la dovola que quede libre para que impida adherirse al nuevo concreto.

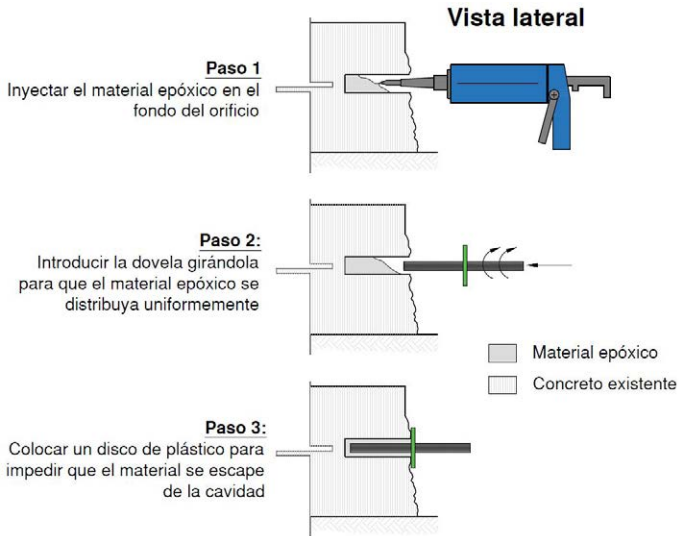


Figura 34. Recomendación del proceso de instalación de dovelas en las juntas transversales

Fuente: Adaptado del Manual de Reparación y Mantenimiento de Pavimentos. Instituto del Cemento Portland Argentino, 2016



Figura 35. Recomendación del procedimiento de instalación de dovelas en las juntas transversales

Fuente: Adaptado del Catálogo de Deterioros para Pavimentos Rígidos. Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica, 2002.

- c) Para las juntas longitudinales que colindan con las losas antiguas, el MCV-2015 recomienda realizar perforaciones horizontales distanciadas cada 60 cm, exceptuando la más cercana al borde externo, la cual se ubicará a 50 cm. Las perforaciones tendrán como mínimo 30 cm de largo y el diámetro adecuado para empotrar barras de acero corrugadas No.4 (12 mm de diámetro) y 60 cm de longitud (ver Figura 37). Para el empotramiento se utilizará una lechada de cemento hidráulico con un aditivo expansivo.

El Inspector debe verificar que se realice un adecuado montaje de los elementos de acero, así como que las superficies del área de relleno cuenten con las condiciones adecuadas.



a)



b)



c)

Figura 36. Instalación de barras de acero en las juntas transversales y longitudinales
Fuente: Calo. (2018)

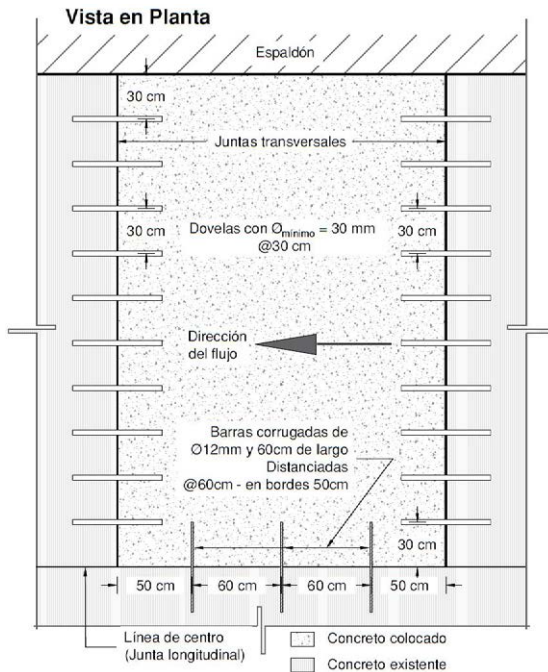


Figura 37. Recomendación del procedimiento de instalación de barras de acero (dovelas y barras corrugadas) en las juntas transversales y longitudinales

- d) Cuando se mantenga el acero existente, se deberá realizar una limpieza apropiada para garantizar la adherencia con el nuevo concreto. Esta limpieza puede realizarse por medios manuales o por otros métodos tales como chorro de arena (sandblast) o chorro de agua (waterblast) para un mejor resultado.
- e) La base granular debe quedar completamente lisa, al nivel que corresponde y compactada a no menos del 97% de la densidad máxima correspondiente al ensayo Proctor Modificado, de acuerdo con las especificaciones del CR-2010 o lo indicado por la Administración.

5. Colocación del concreto:

- a) Colocar concreto con la misma resistencia que el pavimento existente. Es vías con alto tránsito se recomienda utilizar concretos que permitan una apertura acelerada del tránsito.
- b) La colocación del concreto se hará contra las caras de las losas no removidas, por lo que previamente se deberá asegurar que se encuentran húmedas y limpias de polvo u otras suciedades.
- c) La vibración del concreto para espesores cercanos o mayores a 20 cm, se realiza por medio de vibradores de inmersión. Debe existir un traslape entre los radios de acción de cada inmersión con el fin de compactar todo el volumen colocado (ver Figura 38).

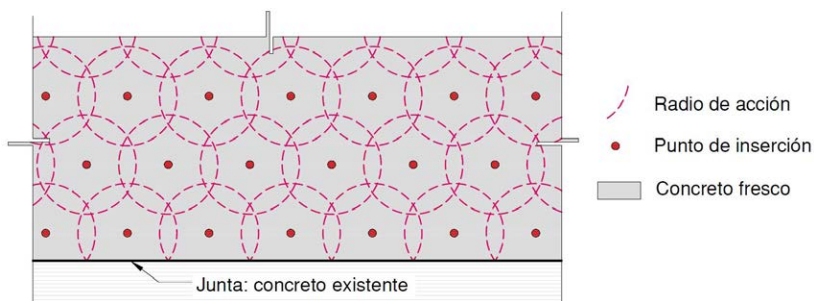


Figura 38. Traslapes de radios de acción para vibradores de inmersión

6. Acabado y curado del concreto colocado:

- a) En primera instancia deberá realizarse el flotado del concreto. Dependiendo del área de intervención se pueden utilizar herramientas manuales o equipo autopropulsado.
- b) La textura del concreto será un factor importante en la seguridad de los usuarios de la ruta. Según lo indicado en el MCV-2015, esta textura final consistirá en una microtextura longitudinal áspera al arrastrar una manta de yute sobre la superficie y una macrotextura transversal de estrías con una profundidad entre 3 y 6 mm espaciadas a no más de 19 mm.

- c) El curado debe realizarse inmediatamente después del acabado final. Para ello, se utilizará una membrana de curado superficial en todas las caras expuestas a razón de 1 litro por metro cuadrado (alrededor de 1 mm de espesor) aplicada con irrigadores mecánicos o manuales.



a)



b)



c)



d)

Figura 39. Acabado y curado del concreto colocado
Fuentes: a) y c) Calo. (2018), b) y d) Calo. & Fernández. (2012)

7. Sellado de las juntas:

Para este apartado, seguir el procedimiento de la REPARACIÓN #1 (sellado de juntas y grietas) de esta guía.

8. Apertura al tránsito:

El material de reparación debe contar con una resistencia suficiente para que la vía pueda ser reabierto, de acuerdo con las especificaciones de la Administración. Este criterio dependerá del concreto utilizado, las condiciones climáticas del lugar y el tipo de tránsito de la vía. Debido a que generalmente las zonas de reparación se encuentran confinadas lateralmente, la resistencia de apertura al tránsito puede ser disminuida siempre y cuando cuente con la aprobación de la Administración. Para concretos de fraguado normal, el MCV-2015 recomienda proteger la zona de reparación por al menos 24 horas posteriores al colado.

El Inspector debe verificar que se utilicen los materiales descritos o los aprobados por la Administración, así como revisar que se realicen los procedimientos correctos, según corresponda.

5.2.4.2. Colocación de losa prefabricada:

1. Acciones preliminares en el sitio de colocación de la losa prefabricada

Se debe seguir el mismo procedimiento de las losas coladas en sitio, descritos en los puntos del **1)** al **4)**, de manera que la zona de colocación se ajuste a la losa prefabricada y que contenga todos los elementos de acero según corresponda.

2. Control de calidad en planta

Se deben garantizar las condiciones de curado y resistencia del concreto de acuerdo a lo aprobado por la Administración.

3. Colocación de elementos de acero

Se pueden utilizar dos métodos:

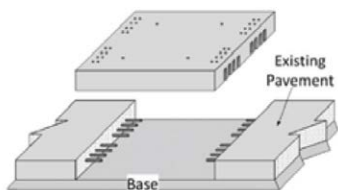
- a) Acero colocado en la losa de pavimento existente y ranuras en la losa prefabricada.
- b) Acero colocado en planta en la losa prefabricada y confección de ranuras en el pavimento existente.
4. En caso de ser necesario, se realizan las reparaciones de la base y se coloca una cama de arena con un espesor cercano a los 6 mm. Es necesario sellar la parte inferior de la losa con morteros expansivos para asegurar un apoyo adecuado.
5. En caso de escalonamiento posterior a la colocación, es necesario aplicar el procedimiento de fresado o cepillado se la superficie que presente sobreelevación.

6. Sellado de las juntas:

Para este apartado, seguir el procedimiento de la REPARACIÓN #1 (sellado de juntas y grietas) de esta guía.

7. Apertura al tránsito:

Este método de reparación de la losa permite una interrupción menor del tránsito, ya que los tiempos de intervención y curado son mucho menores a los que se requieren para el procedimiento de sustitución de losas coladas en sitio.



a) Acero en pavimento existente b) Acero en pavimento existente



c) Acero en losa prefabricada d) Acero en losa prefabricada

Figura 40. Colocación de losa prefabricada
Fuente: Federal Highway Administration. (2014)

5.3. REPARACIÓN #3: SUSTITUCIÓN DE ESPESOR PARCIAL DE LOSAS

5.3.1. GENERALIDADES

Este procedimiento consiste en la reparación de fracturas en los bordes y esquinas de las losas, baches, desniveles, elevada o reducida rugosidad u otros desperfectos superficiales en un pavimento de concreto.

En caso de que la profundidad de los daños afecte a más de 1/3 del espesor de la losa, se debe aplicar el procedimiento de la REPARACIÓN #2 (sustitución de todo el espesor de la losa) de esta guía.

5.3.2. MATERIALES

Los materiales para la ejecución de esta actividad, deberán cumplir en lo que corresponda, con lo indicado en el *Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes (CR-2010)* o su versión vigente. Como mínimo, pero sin limitarse a estos, se requieren los siguientes materiales:

- Concreto Hidráulico:
 - a) **Mezcla Tipo A (concreto de alta resistencia inicial):** Debe desarrollar resistencias que sobrepasen los 21 MPa (214 kg/cm²) en menos de 24 horas. Este se utiliza cuando se requiere una apertura rápida del tránsito.
 - b) **Mezcla Tipo B (concreto de fraguado normal):** Se puede usar cuando la zona intervenida puede protegerse del tránsito por al menos 24 horas.
 - c) **Mezcla Tipo C (morteros de resina epóxica y concreto epóxico):** Esta alternativa se utiliza para reparaciones menores a los 40 mm de profundidad.
- Subbase o Base Granular
- Aditivos
- Productos químicos para el curado
- Resina epóxica o materiales para mortero

5.3.3. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Para la ejecución de esta actividad se requiere como mínimo el siguiente equipo:

- Equipo de corte de disco con punta de diamante
- Perfiladora (en caso de ser requerida)
- Martillo neumático liviano
- Vagoneta
- Camión mezclador de concreto o equipo mezclador de concreto en obra
- Vibrador de concreto
- Herramientas manuales
- Equipo detector de acero

5.3.4. PROCESO CONSTRUCTIVO

La metodología constructiva a seguir deberá ser aprobada por la Administración, no obstante, al menos se deben cumplir los siguientes procedimientos:

- 1) El diseño de mezcla del concreto a colocar debe contar con la aprobación previa de la Administración. En caso de utilizar concreto para ganancia acelerada de resistencia o material epóxico, se debe seguir el procedimiento especificado por el fabricante o proveedor y aprobado por la Administración.
- 2) **Demarcación del área a intervenir:**
 - a) La identificación de las zonas deterioradas cuando no existe evidencia visual, se puede realizar mediante técnicas sonoras al golpear la región con un martillo, un tubo de acero o arrastrando una cadena. Los sonidos metálicos y agudos evidencian un concreto denso y en buen estado, mientras que sonidos huecos pueden evidenciar una falla.
 - b) Demarcar claramente el área por remover la cual debe ser más grande que el área deteriorada.

Se deben unir los sectores dañados que se encuentren a una distancia igual o menor a 60 cm. Las zonas marcadas deberán respetar líneas rectas y paralelas a las juntas, formando baches cuadrados o rectangulares (ver Figura 41).

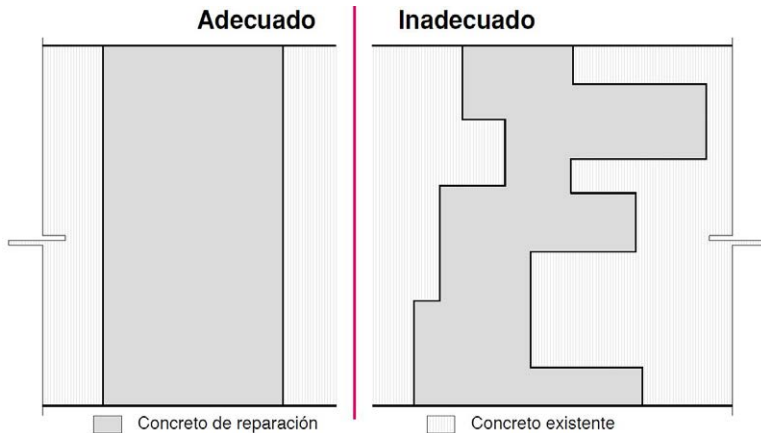


Figura 41. Geometría adecuada e inadecuada de la reparación

3) Remoción del concreto deteriorado:

El MCV-2015, recomienda dos métodos para la remoción del espesor de la losa de concreto que se encuentra en mal estado:

- a) **Aserrado y demolición:** En primera instancia, se debe aserrar el perímetro de la reparación, prolongando los cortes 10 cm más allá del área delimitada (esquinas), utilizando una aserradora de discos diamantados. Los cortes serán verticales y tendrán una profundidad no menor que 5 cm o $1/6$ del espesor de la losa, eligiendo el valor mayor (ver Figura 42). Se recomienda realizar aserrados internos para facilitar la remoción del concreto. Una vez realizado este paso, se procede a demoler el concreto mediante el uso de martillos neumáticos livianos. Se recomienda no usar martillos de más de 15 kg.
- b) **Fresado:** La máquina fresadora genera una superficie irregular y rugosa que permite buena adherencia entre el material de relleno y el existente. Este equipo resulta más conveniente cuando se requiere la intervención de superficies más extensas.

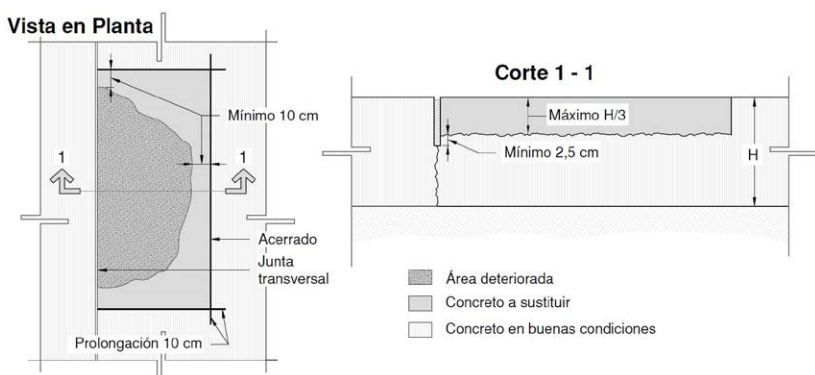


Figura 42. Recomendación del procedimiento típico de la reparación de la losa en espesor parcial

Fuente: Adaptado del Catálogo de Deterioros para Pavimentos Rígidos. Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica, 2002.

4) Limpieza de la superficie:

Eliminar todos los escombros de la demolición en el área en intervención, y remover posibles trozos sueltos utilizando el chorro de arena (sandblast). Luego, se deben remover los residuos del chorro de arena para colocar un mortero de relación 1:1 (1 de agua y 1 de cemento) o una resina epóxica en la superficie del bache.

5) Preparación de las juntas:

Según el MCV-2015, se recomienda que la nueva junta cuente con el mismo ancho que la existente, además, debe colocarse hasta una profundidad igual o mayor a 2,5 cm por debajo de la profundidad de la reparación en la línea de aserrado (ver Figura 42).

Se debe evitar que el concreto de la reparación se adhiera al concreto de la losa adyacente. Para ello, se requiere utilizar una lámina o panel inserto compresible u otro medio que genere un acabado liso para propiciar una barrera que aísla el nuevo bache de la losa adyacente, permitiendo conformar la junta.

6) Colocación, terminación y curado del material de relleno:

- a) Se pueden emplear concretos convencionales de alta resistencia inicial o con morteros comerciales pre-dosificados (acatando las instrucciones del fabricante). Se deben rellenar los cortes de aserrado prolongados en las esquinas.
- b) Cuando el volumen de concreto requerido es reducido, se aconseja efectuar la mezcla en el lugar de trabajo. Cuando se requiere un volumen considerable de concreto, se aconseja utilizar un camión mezclador. Este último, debe acudir al sitio de trabajo cuando todas las zonas se encuentren listas para el colado.
- c) Para la colocación, es suficiente con el uso de herramientas de mano y vibradores de inmersión pequeños. Para el alisado superficial se utiliza una flota, empezando desde el centro del bache hacia los bordes.
- d) La textura de la superficie del bache se debe ajustar al pavimento existente para dar uniformidad, cumpliendo con los parámetros de rugosidad establecidos por la Administración, de manera que se genere una adecuada resistencia al deslizamiento.
- e) El curado se realizará mediante una membrana en base solvente una vez finalizadas las operaciones de texturizado, en una dosis de acuerdo con la especificación por parte de la administración. El MCV-2015, recomienda utilizar una dosis entre 200 g/m^2 y 300 g/m^2 .

7) Sellado de las juntas:

Para este apartado, refiérase al procedimiento REPARACIÓN #1 (sellado de juntas y grietas) de esta guía.

8) Apertura al tránsito:

El material de reparación debe contar con una resistencia suficiente para que la vía pueda ser reabierta, de acuerdo con las especificaciones

de la Administración. Este criterio dependerá del concreto utilizado, las condiciones climáticas del lugar y el tipo de tránsito de la vía. Debido a que generalmente las zonas de reparación se encuentran confinadas lateralmente, la resistencia de apertura al tránsito puede ser disminuida siempre y cuando cuente con la aprobación de la Administración. Para concretos de fraguado normal, el MCV-2015 recomienda proteger la zona de reparación por al menos 24 horas posteriores al colado.

5.4. REPARACIÓN #4: CEPILLADO DE LA SUPERFICIE

5.4.1. GENERALIDADES

Esta operación contempla al cepillado superficial del pavimento de concreto existente, con el objetivo de reducir las irregularidades, lo que mejora la serviciabilidad y prolonga la vida útil. El procedimiento corrige las irregularidades creadas por el escalonamiento de juntas y por las deformaciones originadas por los gradientes térmicos o errores durante la construcción, así como la disminución de la fricción entre neumáticos y pavimento.

Los criterios de decisión para la aplicación de esta práctica están relacionados con los resultados de los ensayos del Perfilómetro Inercial (IRI) y el Equipo de Fricción y Agarre (Grip), de acuerdo a los valores máximos de la normativa vigente o el criterio de la Administración.

Nota: El cepillado se realiza luego de completar todos los demás trabajos de reparación requeridos, salvo el resellado de juntas y grietas que se debe hacer al final de toda reparación.

5.4.2. MATERIALES

Esta reparación no requiere de materiales adicionales a las sierras de corte que utiliza el tambor de cepillado.

5.4.3. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Para la ejecución de esta actividad se requiere como mínimo el siguiente equipo:

- Cepilladora con rodillo diamantado

El inspector debe verificar antes de iniciar el proceso de ranurado que el equipo a utilizar cumpla con las especificaciones. En necesario realizar una inspección visual y un tramo de prueba para verificar el adecuado funcionamiento de todos los discos diamantados.

5.4.4. PROCESO CONSTRUCTIVO

La metodología constructiva a seguir deberá ser aprobada por la Administración, no obstante, al menos se deben cumplir los siguientes procedimientos:

- 1) El retexturizado se debe aplicar en sentido longitudinal (paralelo al flujo vehicular), con traslapes no mayores a 5 cm entre pasadas. Deberá iniciar en el borde del pavimento hasta llegar a la línea de centro de la calzada.
- 2) Para un adecuado drenaje, el tratamiento debe abarcar la totalidad del ancho del carril. En caso de que se cuente con carriles de aceleración, frenado u otros adyacentes cuyo drenaje superficial está conectado con el carril intervenido, también se debe aplicar el cepillado para mantener el drenaje superficial de la calzada.
- 3) Según el MCV-2015, las dimensiones del cepillado cuentan con un rango de aplicación, tal y como se muestra en la Figura 43.

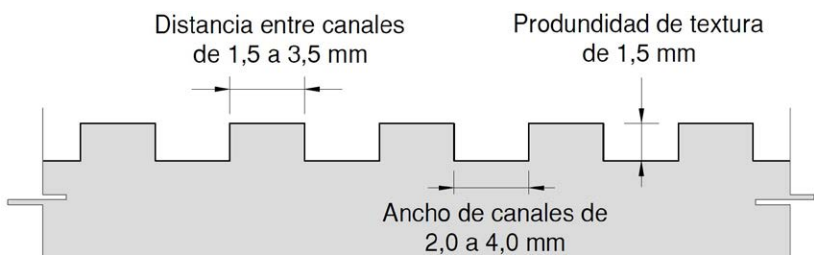
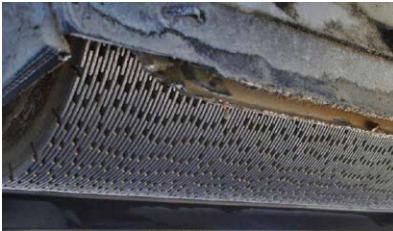


Figura 43. Rango de valores de ranurado recomendado según el MCV-2015

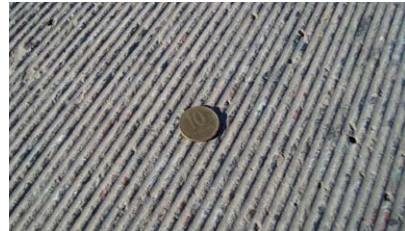
Los materiales sueltos producto del pulido, deberán retirarse de la zona antes de que sean dispersados por el tránsito, el viento o que escurran hacia los drenajes del camino.



a)



b)



c)

Figura 44. Equipo de cepillado utilizado y acabado final
Fuentes: a) Diamond Products. (2020), b) y c) Calo. & Fernández. (2012)

5.5. REPARACIÓN #5: LEVANTAMIENTO LOCALIZADO DE LOSAS

5.5.1. GENERALIDADES

Este procedimiento consiste en realizar el levantamiento de las losas de pavimento hasta llevarlas al nivel y pendiente original, ajustándose a las losas adyacentes, por medio de la inyección de lechadas cementantes. Permite restaurar las condiciones estructurales y funcionales, mejorando el confort y la seguridad de los usuarios.

5.5.2. MATERIALES

Los materiales para la ejecución de esta actividad, deberán cumplir en lo que corresponda, con lo indicado en el *Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes (CR-2010)* o su versión vigente. Como mínimo, pero sin limitarse a estos, se requieren los siguientes materiales:

- Lechada de concreto hidráulico
- Aditivos
- Mortero epóxico

5.5.3. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Para la ejecución de esta actividad se requiere como mínimo el siguiente equipo:

- Equipo de corte de disco con punta de diamante
- Camión mezclador de concreto o equipo mezclador de concreto en obra
- Herramientas manuales
- Equipo detector de acero
- Taladro para concreto

5.5.4. PROCESO CONSTRUCTIVO

La metodología constructiva a seguir deberá ser aprobada por la Administración, no obstante, al menos se deben cumplir los siguientes procedimientos:

- 1) Cuando se detecte una pérdida excesiva de material de soporte en la losa o losas adyacentes (desprendimientos de concreto o pérdida del material de base), se debe aplicar el procedimiento de la REPARACIÓN #2 (sustitución de todo el espesor de la losa) de esta guía.
- 2) Identificar las losas afectadas y demarcar el área a intervenir.
- 3) Demarcar la ubicación de las perforaciones en las losas para la inyección de lechada, de manera que no afecten los elementos de acero presentes en las losas. Estas perforaciones deberán espaciarse de tal manera que no afecte la integridad estructural de la losa y asegurando una distribución uniforme del material de lechada en toda el área afectada.

- 4) Se recomienda realizar perforaciones deben ser verticales, redondas y con un diámetro inferior a 50 mm (MCV-2015).
- 5) De ser necesario, se pueden realizar cortes con sierra en las juntas para permitir la distribución uniforme del material de lechada entre las losas.

Las losas deben alcanzar el nivel y pendiente original de la calzada, ajustándose a las losas adyacentes. Se deben corroborar los niveles de los elementos tratados durante su reparación, para ello es necesario la colocación de cuerdas, codales, niveles y/o equipo de topografía.

- 6) Para el proceso de inyección de lechada, se deben colocar mangueras de hule expansivo y empaques, junto a la manguera de inyección, generando un sello en las perforaciones de la losa y evitando que se libere la presión de inyección.
- 7) Según el MCV-2015, las presiones de inyección de lechada pueden alcanzar los 1,4 MPa cuando se utilizan presiones continuas. Se permiten presiones de hasta 2,0 MPa por periodos cortos inferiores a 30 segundos. En caso de adherencia del pavimento al material de base, se pueden inyectar presiones de hasta 4,1 MPa por periodos inferiores a 10 segundos. En caso de que la lechada salga a través de las grietas, juntas o espaldones, debe detenerse el bombeo hasta sellar estas zonas.

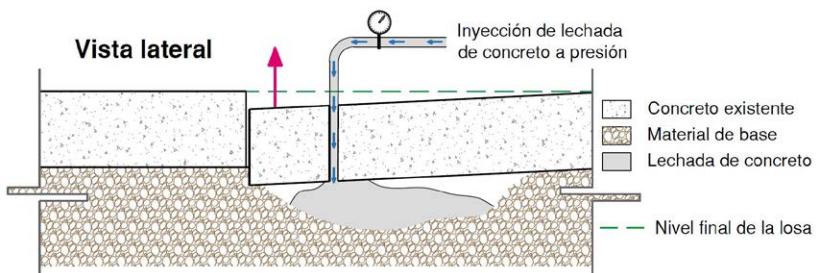
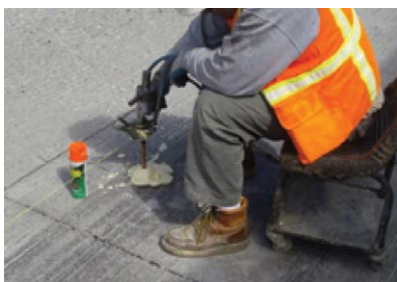


Figura 45. Esquema del proceso de inyección de lechada de concreto

- 8) Los elementos levantados por encima de las tolerancias de las especificaciones, deben ser removidos.
- 9) Las losas intervenidas deberán ser cepilladas y barridas, antes del rellenar las perforaciones.
- 10) Eliminar la lechada existente en toda la profundidad de las perforaciones. Rellenar estos orificios con mortero epóxico.

En caso de afectación a juntas o grietas, aplicar el procedimiento de la REPARACIÓN #1 (sellado de juntas y grietas) de esta guía.



a)



b)

Figura 46. Inyección de lechada de concreto para el levantamiento localizado de losas

Fuentes: a) y b) Concrete Pavement Preservation Guide. (2014)

5.6. REPARACIÓN #6: REPARACIÓN Y NIVELACIÓN DE ESPALDONES

5.6.1. GENERALIDADES

Este procedimiento consiste en llevar el nivel de la superficie del espaldón hasta el nivel y pendiente que se ajuste a las losas de pavimento. Permite devolver las condiciones estructurales y funcionales, mejorando el confort y la seguridad de los usuarios. Un desnivel entre pavimento y espaldón es peligroso para la estabilidad de un vehículo que abandona la pista de circulación, en especial si debe hacerlo a una cierta velocidad; es inaceptable un desnivel igual o mayor a 5 cm. Existen otros deterioros de los espaldones que ameritan la reparación de estas áreas, por lo que es preciso realizar un análisis general de la estructura para determinar el procedimiento requerido.

Dependiendo del material del espaldón, del tipo y gravedad del deterioro se deben aplicar distintas metodologías de reparación.

5.6.2. ESPALDONES DE LASTRE

Este procedimiento se refiere a la reparación de espaldones granulares no revestidos, que se encuentren desniveladas respecto del borde del pavimento, que presenten deformaciones, o que su geometría no se ajuste a los parámetros de seguridad adecuados.

Por motivos de seguridad vial, **no se recomienda** la construcción de espaldones granulares no revestidos en carreteras con velocidades altas.

5.6.2.1. Materiales

Los materiales para la ejecución de esta actividad, dependerán del tipo de intervención requerida, cumpliendo en lo que corresponda, con lo indicado en el *Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes (CR-2010)* o su versión vigente. Como mínimo, pero sin limitarse a estos, se requieren los siguientes materiales:

- Material de lastre
- Agua

5.6.2.2. Equipos y herramientas

Para la ejecución de esta actividad se requiere como mínimo el siguiente equipo:

- Vagoneta
- Motoniveladora
- Compactador de rodillo
- Camión de riego de agua
- Equipo de topografía
- Herramientas manuales

5.6.2.3. Proceso constructivo

La metodología constructiva a seguir deberá ser aprobada por la Administración, no obstante, al menos se deben cumplir los siguientes procedimientos:

- 1) Se debe demarcar el área a intervenir incluyendo el espaldón y los sobreechamientos según corresponda. Se deben colocar estacas u otras marcas utilizando topografía, para delimitar tanto el límite de la reparación como la cota de elevación de la reparación terminada, respetando el drenaje adecuado de la superficie.
- 2) La pendiente transversal de los espaldones debe estar comprendida entre un 4 y un 6 % en tramos rectos; en curvas se ajustará de manera que la diferencia entre el peralte y la pendiente del espaldón no supere el 8% (Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica, 2002).
- 3) El área a reparar debe ser escarificada utilizando procedimientos que no generen daños en las estructuras adyacentes. La escarificación deberá abarcar como mínimo una profundidad de 5 cm, retirando todo material orgánico y aquellas piedras con tamaños superiores a los 5 cm.
- 4) La cantidad de material de relleno deberá calcularse de manera que se obtenga una superficie plana con el nivel adecuado y la pendiente respectiva luego de la compactación. Según el MCV-2015, la compactación deberá ejecutarse con equipos apropiados hasta alcanzar, al menos, el 95% de la densidad máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado de referencia o lo especificado por la Administración.
- 5) El material debe ser homogenizado y humedecido (de acuerdo con el diseño) para ser nivelado con la motoniveladora y obtener la pendiente transversal según corresponda.

- 6) Se recomienda realizar la compactación del material en capas de 10 a 20 cm, con la humedad óptima. Es necesario realizar muestreos según los lineamientos aprobados por la Administración.

5.6.3. ESPALDONES REVESTIDOS CON CONCRETO

Este procedimiento se refiere a la reparación de espaldones revestidos con concreto hidráulico que se encuentren desnivelados respecto del borde del pavimento, que presenten deformaciones o que su geometría no se ajuste a los parámetros de seguridad adecuados.

5.6.2.1. Materiales

Los materiales para la ejecución de esta actividad, dependerán del tipo de reparación requerida de acuerdo con los parámetros de reparación de esta guía y cumpliendo en lo que corresponda, con lo indicado en el *Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes (CR-2010)* o su versión vigente.

5.6.2.2. Equipos y herramientas

Para identificar el equipo de reparación, es preciso revisar cada uno de los procedimientos individuales de reparación de esta guía, según corresponda.

5.6.2.3. Proceso constructivo

La metodología constructiva a seguir para esta estructura del espaldón, ha sido definida para los deterioros en las losas de pavimento convencional, por lo que se realizará la referencia para cada tipo de deterioro presente en los espaldones de concreto:

- 1) En el caso de escalonamiento de la junta entre pavimento y espaldón, se pueden aplicar los siguientes procedimientos de reparación según corresponda al grado de severidad:

- a) Aplicar el procedimiento de la Reparación #5 (Levantamiento localizado de losas), cuando tanto la losa del espaldón como la losa del pavimento, no presenten ningún daño estructural. Este procedimiento es aplicable cuando la losa del espaldón haya descendido su nivel por surgimiento de finos o asentamiento de la base.
 - b) En caso de que la losa de espaldón supere el nivel de la losa de pavimento, se debe verificar que no se deba a un descenso en el nivel de la losa del pavimento, en cuyo caso se debe aplicar el procedimiento de la Reparación #5 (Levantamiento localizado de losas). Caso contrario se puede aplicar un perfilado o cepillado de las losas de espaldón sin dañar ninguna de las estructuras ni la integridad de las juntas.
- 2) Cuando la losa del espaldón presenta deterioros superficiales con un grado medio de severidad, se debe aplicar el procedimiento de la Reparación #3 (Sustitución de espesor parcial de losas), realizando la sustitución del concreto hasta llegar el nivel adecuado de acuerdo con las losas de pavimento.
- 3) En caso presentar deterioros con un grado de severidad alto, se recomienda aplicar el procedimiento de la Reparación #2 (Sustitución de todo el espesor de la losa).

Para cualquier proceso de reparación, es preciso realizar un análisis de la condición de la junta longitudinal. En caso de afectación, aplicar el procedimiento de la REPARACIÓN #1 (sellado de juntas y grietas) de esta guía.

Nota: En algunos casos, se utilizan materiales bituminosos para el revestimiento de espaldones en carreteras de concreto hidráulico. Los materiales y la metodología a utilizar deben apegarse a la normativa vigente y/o el criterio de la Administración.

5.7. REPARACIÓN #7: COLOCACIÓN O REEMPLAZO DE DOVELAS

5.7.2. GENERALIDADES

Este procedimiento consiste en reemplazar las dovelas de un pavimento rígido existente para recuperar la transferencia de carga entre losas a lo largo de la junta transversal.

5.7.3. MATERIALES

Los materiales para la ejecución de esta actividad, deberán cumplir en lo que corresponda, con lo indicado en el *Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes (CR-2010)* o su versión vigente. Como mínimo, pero sin limitarse a estos, se requieren los siguientes materiales:

- Concreto Hidráulico y aditivos
- Dovelas
- Resina Epóxica

5.7.4. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Para la ejecución de esta actividad se requiere como mínimo el siguiente equipo:

- Equipo de corte de disco con punta de diamante
- Equipo mezclador de concreto en obra
- Taladro para concreto
- Herramientas manuales
- Equipo detector de acero
- Martillo neumático liviano

5.7.5. PROCESO CONSTRUCTIVO

La metodología constructiva a seguir deberá ser aprobada por la Administración, no obstante, al menos se deben cumplir los siguientes procedimientos:

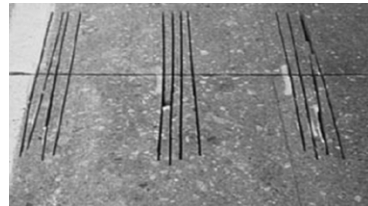
Las dovelas deben colocarse según las indicaciones de los planos constructivos o de acuerdo con los diseños aprobados por la Administración.

- 1) Demarcación de las áreas de corte, utilizando un detector de acero para conocer la ubicación de las dovelas deterioradas.
- 2) **Conformación de ranuras (gavetas):**
 - a) Utilizando sierras con punta de diamante, realizar 2 cortes longitudinales en cada gaveta con una separación entre 7,5 y 10 cm. Se pueden aplicar más cortes en el centro para facilitar la demolición del concreto. Para acelerar el proceso y dar más uniformidad a las gavetas, se puede utilizar equipo de aserrado doble con una separación de acuerdo con lo indicado anteriormente (Figura 47).
 - b) Se recomienda que las ranuras no sobrepasen los 18 cm de profundidad (MCV-2015).
 - c) La longitud de la gaveta debe ser suficiente para permitir la colocación de la dovela en la mitad de la profundidad de la losa, sin que los extremos de la misma entren en contacto con el concreto existente.
 - d) Para demoler el concreto en la gaveta, se utiliza equipo neumático liviano o herramientas manuales.
- 3) **Acondicionamiento de las ranuras:**
 - a) En primera instancia, lavar la gaveta con agua a presión.
 - b) Utilizar el chorro de arena (sandblast) para remover los residuos y exponer el agregado.

- c) Aplicar aire a presión para remover restos de agua, arena y polvo.
- d) Recubrir las paredes de la gaveta con un epóxico de adhesión entre el concreto envejecido y el concreto fresco.
- e) Colocar barreras (estereofón u otro material similar) para evitar que el material de reparación pueda ingresar a las juntas o grietas.



a)



b)



c)



d)

Figura 47. Aserrado, demolición y limpieza de las gavetas para la colocación de las dovelas

Fuentes: a) MOPT. (2015), b), c) y d) Calo. & Fernández. (2012)

4) Colocación de dovelas

- a) Colocar como mínimo 4 dovelas en cada trayectoria de las huellas de los vehículos (MCV-2015). Se deben incluir las barreras en las juntas y los tapones o extremos de expansión en las dovelas (ver Figura 48).
- b) Las dovelas deben colocarse horizontalmente y paralelas a la línea de circulación a la mitad de la profundidad de la losa (ver Figura 35 y Figura 37).

5) Relleno de las ranuras

- a) Aplicar concreto (de preferencia expansivo) en toda la ranura sin que la dovela se mueva de su posición de trabajo.
- b) Realizar la consolidación del concreto con un vibrador de máximo 2,5 cm de diámetro.
- c) Nivelar el concreto fresco con la superficie del concreto existente. Este concreto debe cumplir con las especificaciones que demanda la Administración con el fin de evitar deterioros prematuros del material de relleno. Se recomienda el uso de concretos y aditivos de baja contracción durante el periodo de ganancia de resistencia.

6) Sellado de juntas y grietas

- a) Remover las barreras de estereofón colocadas en las juntas luego de que el concreto se encuentre endurecido.
- b) Aplicar el procedimiento de la REPARACIÓN #1 (sellado de juntas y grietas) de esta guía.

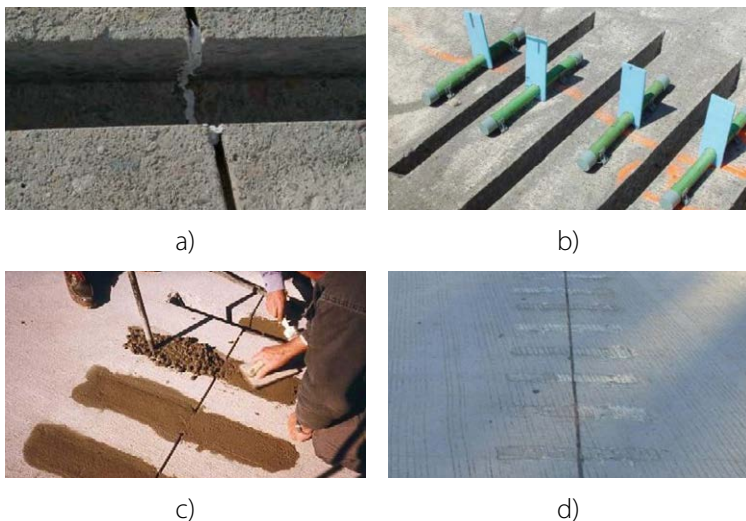


Figura 48. Colocación de dovelas y acabado final de la reparación
Fuentes: a) Calo. (2016), b), c) y d) Calo. & Fernández. (2012)

5.8. REPARACIÓN #8: COLOCACIÓN DE JUNTAS DE AISLAMIENTO PARA ESTRUCTURAS EN EL PAVIMENTO

5.8.1. GENERALIDADES

Este procedimiento consiste en el aislamiento de las losas de pavimento de otras estructuras, permitiendo movimientos de manera independiente y evitando el agrietamiento producto de estas restricciones. Las estructuras más comunes que requieren de aislamiento son los pozos de registro, sumideros y estructuras de iluminación y señalamiento.

5.8.2. MATERIALES

Para la ejecución de esta actividad se hace referencia a los materiales de acuerdo con la sección "5.1.2. Materiales" de la REPARACIÓN #1 (sellado de juntas y grietas) de esta guía.

5.8.3. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Para la ejecución de esta actividad se requiere como mínimo el siguiente equipo:

- Equipo de corte de disco con punta de diamante
- Inyector de aire caliente comprimido
- Equipo de aplicación de sello
- Herramientas manuales
- Cepillo o escobón

5.8.4. PROCESO CONSTRUCTIVO

La metodología constructiva a seguir deberá ser aprobada por la Administración, no obstante, al menos se deben cumplir los siguientes procedimientos:

- 1) Verificar que la estructura ajena al pavimento no presenta ningún tipo de movimiento y que la superficie es adecuada para la circulación de los vehículos.
- 2) En caso de presentar movimientos o escalonamiento con el pavimento, se debe intervenir para su reparación.

Evaluar el grado de deterioro del pavimento cercano a la estructura. En caso de presentar un grado de deterioro medio o alto, se debe intervenir mediante el procedimiento REPARACIÓN #3 (sustitución de espesor parcial de losa) o la REPARACIÓN #2 (sustitución de todo el espesor de la losa) de esta guía según corresponda.

- 3) En caso de requerir alguna de las reparaciones del punto anterior, se debe realizar el aserrado correspondiente tal y como se indica en la Figura 49 y Figura 50.
- 4) Para la confección de la junta de aislamiento se debe seguir el procedimiento de la REPARACIÓN #1 (sellado de juntas y grietas) de esta guía.

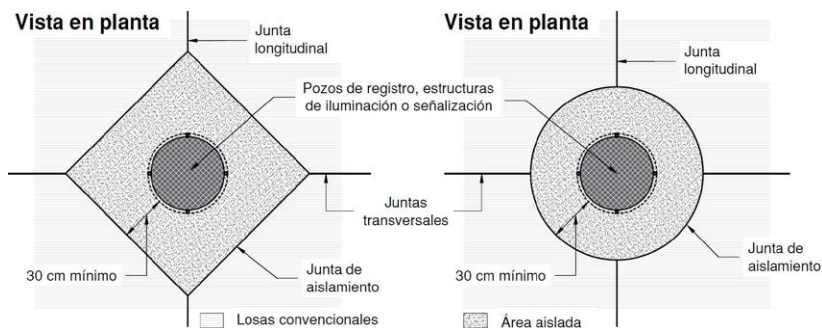


Figura 49. Esquemas constructivos de las juntas de aislamiento para pozo de registro y estructuras de iluminación o señalización vertical

Fuente: Adaptado de la Guía básica de juntas para pavimentos de concreto.

EUCLID GROUP TOXEMENT, 2012.

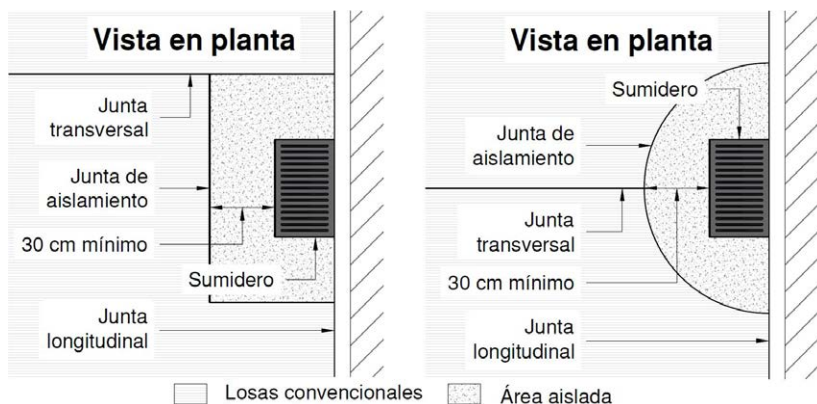


Figura 50. Esquema constructivo de juntas de aislamiento para sumidero

Fuente: Adaptado de la Guía básica de juntas para pavimentos de concreto.

EUCLID GROUP TOXEMENT, 2012.

En aquellos casos donde no se requiere de la reparación del pavimento, de igual manera se puede realizar la intervención para prevenir futuros deterioros, de acuerdo con los siguientes pasos:

- a) Se recomienda realizar el aserrado del pavimento, de acuerdo con los esquemas constructivos de la Figura 49 y Figura 50, según corresponda.
- b) Confección de la junta de aislamiento de acuerdo con los parámetros del procedimiento de REPARACIÓN #1 (sellado de juntas y grietas) de esta guía.

5.9. REPARACIÓN #9: COSIDO CRUZADO DE GRIETAS Y JUNTAS LONGITUDINALES

5.9.1. GENERALIDADES

Este procedimiento consiste en el anclaje de las juntas o grietas longitudinales mediante la inserción de barras de acero corrugadas de forma inclinada y alternadas a cada lado de la junta o grieta. Esta técnica permite mantener la transferencia de carga y prevenir la apertura de la junta o grieta y el escalonamiento entre los elementos.

Este procedimiento **NO** puede ser aplicado bajo ninguna circunstancia a **grietas o juntas transversales**, y que la idea de esta reparación es restringir el movimiento, contrario al comportamiento habitual de las juntas o grietas transversales

5.9.2. MATERIALES

Los materiales para la ejecución de esta actividad, deberán cumplir en lo que corresponda, con lo indicado en el *Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes (CR-2010)* o su versión vigente. Como mínimo, pero sin limitarse a estos, se requieren los siguientes materiales:

- Barras de acero corrugadas de 20 mm de diámetro (N°6)
- Resina epóxica

5.9.3. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Para la ejecución de esta actividad se requiere como mínimo el siguiente equipo:

- Taladro para concreto con guía diagonal para realizar perforación
- Equipo de aplicación de material epóxico
- Inyector de aire comprimido
- Herramientas manuales

5.9.4. PROCESO CONSTRUCTIVO

La metodología constructiva a seguir deberá ser aprobada por la Administración, no obstante, al menos se deben cumplir los siguientes procedimientos:

- 1) Demarcar los puntos de perforación verificando que el espesor de la grieta o junta presente un deterioro con un grado de severidad leve o medio, sin presencia de escalonamiento ni despostillamiento.

- 2) El Instituto del Cemento Portland Argentino, recomienda realizar las perforaciones espaciadas a no más de 60 cm para tráfico pesado e inferiores a 90 cm para tráfico ligero, de forma alternada a cada lado de la junta o fisura con una inclinación de 35° con respecto a la superficie del pavimento (ver Figura 51). Se debe mantener una separación de 40 cm a partir de la junta transversal.

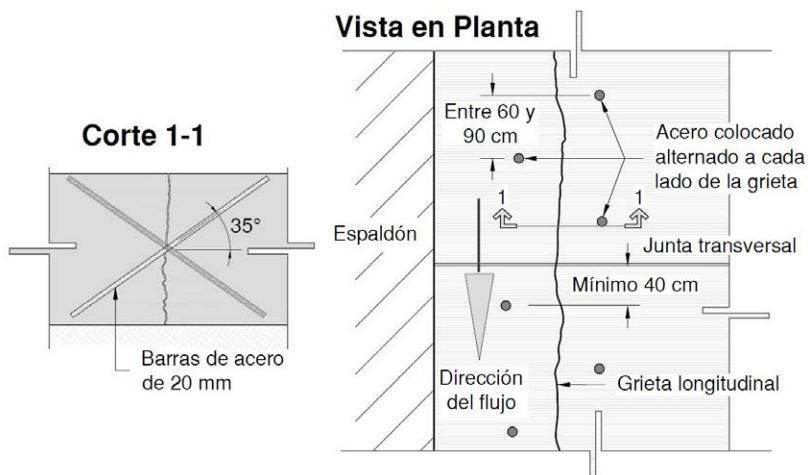


Figura 51. Esquema de la reparación de cosido cruzado juntas o grietas
Fuente: Adaptado del Manual de Reparación y Mantenimiento de Pavimentos. Instituto del Cemento Portland Argentino, 2016.

- 3) Se debe realizar la limpieza de las perforaciones para eliminar el material contaminante. Para ello, se recomienda el soplado con aire comprimido.
- 4) Aplicar el material epóxico en el interior de la perforación de manera que se rellene completamente. Luego introducir las barras evitando que el material epóxico salga de la perforación.

5) Terminación

- a) Las barras de acero deben ser cortadas para que queden al menos 2 cm por debajo de la superficie de rodamiento.
- b) Aplicar material epóxico para sellar la perforación y dar un acabado superficial adecuado.



a)



b)



c)



d)

Figura 52. Cosido cruzado de grietas y juntas longitudinales

Fuente: Calo. (2016)

- 6) El sellado de la junta o grieta, se realiza de acuerdo con los parámetros del procedimiento de la REPARACIÓN #1 (Sellado de juntas y grietas) de esta guía.

Cuadro 4. Resumen de las reparaciones de acuerdo con el tipo y severidad del deterioro

Deterioro	Posible acción de reparación								
	Sellado de juntas y grietas	Sustitución de todo el espesor de la losa	Sustitución de espesor parcial de la losa	Cepillado de la superficie	Levantamientos localizados de la losa	Reparación y nivelación de espaldones	Colocación o reemplazo de dovelas	Colocación de juntas de aislamiento	Cosido cruzado
Deterioros del sellado de juntas	X Todos los casos								X Longitudinales
Fracturas en juntas y esquinas (despostillamiento)	X Severidad baja	X Severidad alta	X Severidad media						
Grietas longitudinales, transversales y diagonales	X Severidad baja y media	X Severidad alta							X Longitudinales
Grietas por punzonamiento (punchout)		X Severidad alta					X Siempre que sean requeridas		
Grietas de esquina	X Severidad baja	X Severidad media y alta							
Fracturamiento múltiple	X Severidad baja	X Severidad media y alta							
Grietas en pozos, sumideros y tragantes	X Severidad baja	X Severidad alta						X Todos los casos	
Fisuramiento superficial por contracción			X Todos los casos						
Fisuramiento tipo malla		X Severidad alta	X Severidad leve y media						
Desprendimiento de agregado			X Todos los casos						
Agrietamiento superficial por durabilidad		X Severidad alta	X Severidad baja y media						
Pulimento de agregados y pérdida de textura superficial			X Cuando no es posible el cepillado	X Siempre que sea posible					
Voladura (blow up)		X Todos los casos							
Escalonamiento de juntas y grietas	X Severidad baja	X Severidad alta	X Severidad media		X Problemas estructurales en la losa de pavimento				
Escalonamiento entre calzada y espaldón		X Problemas estructurales en la losa de pavimento			X Problemas estructurales en la losa de pavimento	X Problemas estructurales en el espaldón			
Baches deteriorados		X Severidad media y alta	X Severidad baja						
Bombeo de finos	X Severidad baja	X Severidad media y alta							

6. LISTA DE CHEQUEO

Descargar lista de chequeo



7. EJEMPLOS DE PRÁCTICAS DEFICIENTES



Figura 53. Deterioro de la base
Fuente: Calo. & Fernández. (2012)

Perforación de la base granular sobre la que descansaba la losa de pavimento de concreto removida. Posiblemente producto de la aplicación de una fuerza de demolición excesiva, sin guardar el cuidado correspondiente.

Se observan fracturas importantes en la losa adyacente al área de reparación. Posiblemente ocasionadas por un inadecuado aislamiento del área por reparar, así como un procedimiento de demolición incorrecto.



Figura 54. Agrietamiento de la losa de pavimento adyacente
Fuente: Calo. & Fernández. (2012)



Figura 55. Sello excesivo en la junta
Fuente: Calo. & Fernández. (2012)

Se presenta un sellado de las juntas que sobresale de la superficie del pavimento. Esto puede ocasionar problemas de desgaste irregular y/o desprendimientos del material sellante. Se aconseja guardar una separación cercana a los 5 mm desde la superficie de pavimento hasta el nivel del material de sello.

Se observan deterioros importantes en la losa adyacente, así como problemas ocasionados en la base. El agrietamiento posiblemente se deba a un aislamiento deficiente de la zona por reparar, así como lo omisión de la presencia de dove-las. Además, el método y la fuerza de demolición son inadecuados, ya que incluso ocasionaron daños en la base granular.



Figura 56. Agrietamiento de la losa de pavimento adyacente y deterioros en la base
Fuente: Calo. (2016)



Figura 57. Deformación de dovelas existentes

Fuente: Calo, (2016)

La losa de pavimento adyacente en la junta longitudinal, presenta deterioros producto de la demolición del área por reparar. Esos deterioros deben ser reparados para poder conformar adecuadamente la junta, así como evitar que se originen focos de deterioros mayores en estos puntos.



Figura 58. Deterioro de la superficie de la losa adyacente

Fuente: Calo, (2016)



Figura 59. Uso incorrecto del vibrador de inmersión para concreto
Fuente: LanammeUCR. (2008)

El uso correcto del vibrador de inmersión implica introducirlo de forma vertical en la superficie del concreto fresco y con espaciamientos de acuerdo con su radio de acción. De esta manera se asegura una compactación homogénea en todo el espesor del área de influencia del punto de inmersión.

Cuando las dovelas no se colocan a la mitad del espesor de la losa, pueden experimentar esfuerzos distintos a los de diseño, además, la transferencia de carga entre losas puede verse reducido. Es posible que este error constructivo genere deterioros acelerados en el pavimento.



Figura 60. Dovelas no colocadas a la mitad de la losa
Fuente: LanammeUCR. (2009)



Figura 61. Bacheo permanente con pavimento asfáltico
Fuente: LanammeUCR. (2020)

El bacheo de deterioros utilizando material asfáltico, únicamente se justifica cuando se requiere una apertura rápida del tránsito. Sin embargo, no se recomienda la utilización de este material como reparación permanente en pavimentos de concreto. El procedimiento de reparación adecuado debe ser acorde a lo indicado en la REPARACIÓN #2 (sustitución de todo el espesor de la losa) o la REPARACIÓN #3 (sustitución de espesor parcial de losas), según corresponda o lo indicado por parte de la Administración.

Cuando se realiza el procedimiento de colocación o reemplazo de dovelas, se deben rellenar las ranuras generadas con un material adecuado de acuerdo a las especificaciones nacionales vigentes o aprobado por la Administración. Además, debe brindarse el tiempo de curado y ganancia de resistencia de manera que el tránsito no afecte la integridad del material colocado.



Figura 62. Deterioro del material de relleno de la ranura de la dovela colocada
Fuente: Federal Highway Administration. (2014)



Figura 63. Interrupción de la continuidad de la junta en el concreto
Fuente: Federal Highway Administration. (2014)

En todo momento debe garantizarse la continuidad de cualquier junta. La existencia de discontinuidades puede generar deterioros prematuros en el pavimento.

8. REFERENCIAS

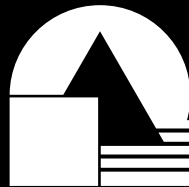
- Calo, D. (2016). *Reparación y mantenimiento de pavimentos*. Instituto del Cemento Portland Argentino, Buenos Aires, Argentina. Obtenido de <https://web.icpa.org.ar/wp-content/uploads/2019/04/10-Reparaciones-mantenimiento.pdf>
- Calo, D. (2018). *Reparación de pavimentos de hormigón. Jornada de pavimentos urbanos*. Instituto del Cemento Portland Argentino, La Plata, Argentina. Obtenido de https://web.icpa.org.ar/wp-content/uploads/2019/04/Reparacion-y-Mantenimiento-de-Pavimentos-Diego_Calo.pdf
- Calo, D., & Fernández, S. (2012). *Proyecto y ejecución de reparaciones en pavimentos*. Instituto del Cemento Portland Argentino, San Salvador de Jujuy, Argentina. Obtenido de <https://www.ficem.org/CIC-descargas/argentina/Proyecto-y-ejecucion-de-reparaciones-en-pavimentos.pdf>
- Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica. (2002). *Catálogo de Deterioros de Pavimentos Rígidos*. Chile.
- Diamond Products. (2020). *Amoladora de carretera PC6004EC*. Obtenido de <https://www.diamondproducts.com/products/sawing/grinding-grooving/pc6000/pc6000ec>
- EUCLID GROUP TOXEMENT. (2012). *Guía básica de juntas para pavimentos de concreto*. Bogota, Colombia. Obtenido de <http://www.toxement.com.co/media/3406/guia-juntas-pavimentos-de-concreto.pdf>
- Federal Highway Administration. (2014). *Concrete Pavement Preservation Guide*. Obtenido de <https://www.fhwa.dot.gov/pavement/concrete/pubs/hif14004.pdf>
- Instituto Costarricense del Cemento y del Concreto. (2014). *Guía para la construcción de pavimentos y bases de concreto ACI 325-9R-97*. San José, Costa Rica.

- Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (2010). *Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes, CR-2010*. San José, Costa Rica.
- Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (2015). *Manual de especificaciones generales para la conservación de caminos, carreteras y puentes, MCV-2015*. San José, Costa Rica.
- Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (2015). *Manual Técnico de Dispositivos de Seguridad y Control Temporal de Tránsito para la Ejecución de Trabajos en las Vías*. San José, Costa Rica.
- Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (2016). *Manual de Auscultación Visual de Pavimentos de Costa Rica, MAV-2016*. San José, Costa Rica.
- Ministerio de Transporte. (2006). *Manual para la inspección visual de pavimentos rígidos*. Bogotá, Colombia.
- National Concrete Pavement Technology Center. (2019). *Integrated Materials and Construction Practices for Concrete Pavement: A STATE OF THE PRACTICE MANUAL*. Iowa. Obtenido de https://intrans.iastate.edu/app/uploads/2019/05/IMCP_manual.pdf
- PITRA-LANAMMEUCR. (2017). *El cemento y el concreto en la infraestructura vial*. San José, Costa Rica.
- PITRA-LANAMMEUCR. (2018). *Boletín Técnico: Reparación del espesor parcial en pavimentos rígidos*. San José, Costa Rica.
- Plásticos Estructurales. (2015). *Rejillas plásticas para desagües en carreteras*. Recuperado el 10 de Junio de 2020, de <https://www.plasticosestructurales.com/web/rejillas-plasticas-para-desagües-sistema-de-trafico-pesado.html>
- SACVISA. (2015). *Sellado de juntas transversales y longitudinales*. Obtenido de <https://sacvisa.com.mx/sellado-juntas-transversales-longitudinales>

Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA). (2000). *Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras*. Guatemala.

Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA). (2011). *Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras*. Guatemala.

Vidaud, E. (01 de Abril de 2014). *Fisuración del concreto*. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, Ciudad de México. Obtenido de <http://www.imcyc.com/revistacyt/index.php/10-posibilidades-del-concreto/172-fisuracion-del-concreto-fisuracion-por-contraccion-termica-inicial-parte-ii>



LanammeUCR

LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES



(506) 2511-2500



direccion.lanamme@ucr.ac.cr



www.lanamme.ucr.ac.cr



UCR
