

LIBRO: CSV. CONSERVACIÓN
TEMA: CAR. Carreteras
PARTE: 1. EVALUACIÓN
TÍTULO: 03. Evaluación de Pavimentos
CAPÍTULO: 008. Determinación de los Deterioros Superficiales de los Pavimentos (DET)

A. CONTENIDO

Este Manual contiene un catálogo en el que se describe la clasificación e interpretación detallada de los deterioros o fallas más comunes que se presentan en la superficie de los pavimentos flexibles y rígidos a los que se refiere la Norma N·CSV·CAR·1·03·008, *Determinación de los Deterioros Superficiales de los Pavimentos (DET)*.

Los defectos que presenta un pavimento afectan la funcionalidad y la comodidad del usuario, así como la vida de servicio, como consecuencia de un deterioro gradual debido al paso de los vehículos, agentes climatológicos y defectos constructivos. Por ello, se hace necesario elaborar el presente Manual para la identificación y clasificación detallada de los diferentes deterioros que se presentan en la superficie de rodadura de los pavimentos.

B. OBJETIVO

Este Manual permite identificar los deterioros superficiales de los pavimentos, sus posibles causas, patrón de falla y clasificación por niveles de severidad según el área afectada. Lo anterior por medio de inspecciones visuales y con equipos de alto rendimiento, como los descritos en los Manuales M·MMP·4·07·014, *Determinación de los Deterioros Superficiales del Pavimento con Equipo Escáner*, M·MMP·4·07·015, *Determinación de Deterioros Superficiales del Pavimento con Equipo Láser* y M·MMP·4·07·016, *Determinación de los Deterioros Superficiales de Pavimento por Inspección Visual*.

C. REFERENCIAS

Este Manual se complementa con la siguiente Norma y Manuales:

NORMA Y MANUALES	DESIGNACIÓN
Determinación de los Deterioros Superficiales de los Pavimentos (DET)	N·CSV·CAR·1·03·008
Determinación de los Deterioros Superficiales del Pavimento con Equipo Escáner	M·MMP·4·07·014
Determinación de Deterioros Superficiales del Pavimento con Equipo Láser ...	M·MMP·4·07·015
Determinación de los Deterioros Superficiales de Pavimento por Inspección Visual	M·MMP·4·07·016

D. CLASIFICACIÓN DE DETERIOROS Y NIVELES DE SEVERIDAD EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

D.1. AGRIETAMIENTOS

D.1.1. Agrietamiento por fatiga

El agrietamiento por fatiga o piel de cocodrilo es una serie de grietas interconectadas causadas por la acción repetida de las cargas de tránsito sobre el pavimento, por lo tanto, sólo ocurren en áreas sujetas a cargas repetidas, como en el área de paso de los neumáticos. Las piezas que se forman por el patrón de grietas generalmente son polígonos que no superan los 0,5 m en su lado más largo y tienen apariencia similar a la piel de un cocodrilo.

Las posibles causas del agrietamiento por fatiga son:

- Envejecimiento de la mezcla asfáltica.
- Espesor insuficiente de la capa de material asfáltico.
- Sobrecompactación de la mezcla asfáltica durante su construcción.
- Falta de soporte de la capa base e inferiores.

Este tipo de agrietamiento suele ocurrir cuando la carpeta asfáltica se aproxima al final de su vida útil. La unidad de medición del agrietamiento por fatiga es por metro cuadrado de área afectada.

En ocasiones es posible encontrar diferentes niveles de severidad en un área, tal como se muestra en la Figura 1 y en la Tabla 1 de este Manual; si estas porciones pueden ser diferenciadas con facilidad, se medirán y registrarán de manera separada, de lo contrario toda el área tomará la severidad más alta.

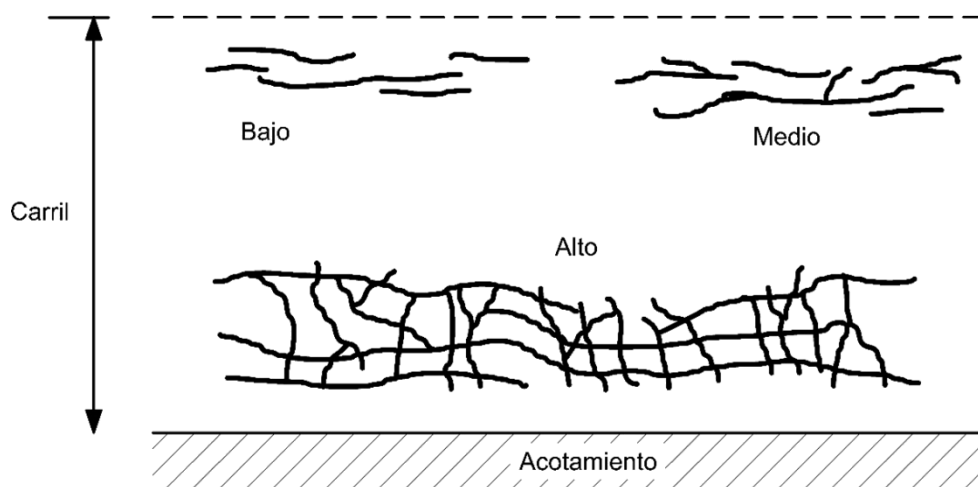
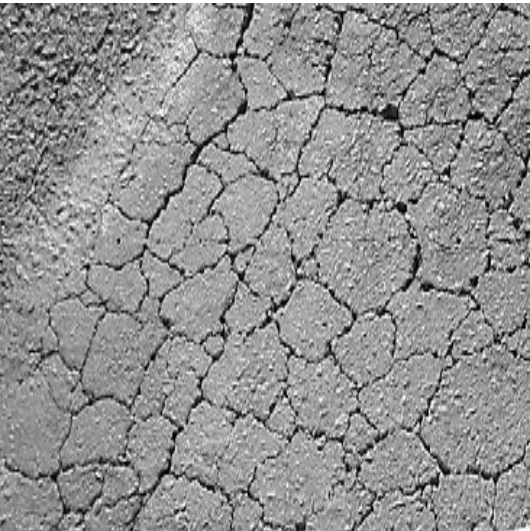


FIGURA 1.- Esquema del nivel de severidad del deterioro “agrietamiento por fatiga” (vista en planta)

TABLA 1.- Niveles de severidad del deterioro “agrietamiento por fatiga”

	Bajo Son grietas longitudinales de menos de 3 mm de ancho que corren paralelas entre sí, con o sin interconexión entre ellas. Las grietas no están desgastadas en los bordes.
	Medio Son grietas más desarrolladas que las de baja severidad, con un ancho mayor a 3 mm y menor a 19 mm, en un patrón o red de grietas que pueden estar ligeramente desgastadas en sus bordes.
	Alto Es una red o patrón de grietas bien definidas con bordes desgastados; el ancho de las grietas es mayor a 19 mm. Algunas de las piezas pueden moverse bajo la acción del tránsito.

D.1.2. Agrietamiento en bloque

El agrietamiento en bloque son grietas interconectadas que dividen al pavimento en piezas aproximadamente rectangulares, las cuales tienen una longitud por lado de entre 0,3 y 3,0 m, como se muestra en la Figura 2 de este Manual.

Este tipo de agrietamiento no tiene su origen en la aplicación de cargas de tránsito y se presenta en etapas avanzadas de la vida de un pavimento, cuando el asfalto que lo integra ha perdido flexibilidad.

Las posibles causas del agrietamiento en bloque son:

- Endurecimiento del asfalto por envejecimiento.
- Los ciclos diarios y estacionales de cambio de temperatura.

El agrietamiento en bloque se mide en metros cuadrados de área afectada. Si dentro de esa área afectada del pavimento se presentan diferentes niveles de severidad, se medirá y anotará de forma separada. En la Tabla 2 de este Manual se describen los niveles de severidad de este tipo de agrietamiento.

Debido a sus dimensiones, este deterioro puede ocupar gran parte de la superficie y es posible encontrar de manera simultánea grietas aisladas, las cuales serán consideradas como parte del agrietamiento en bloque.

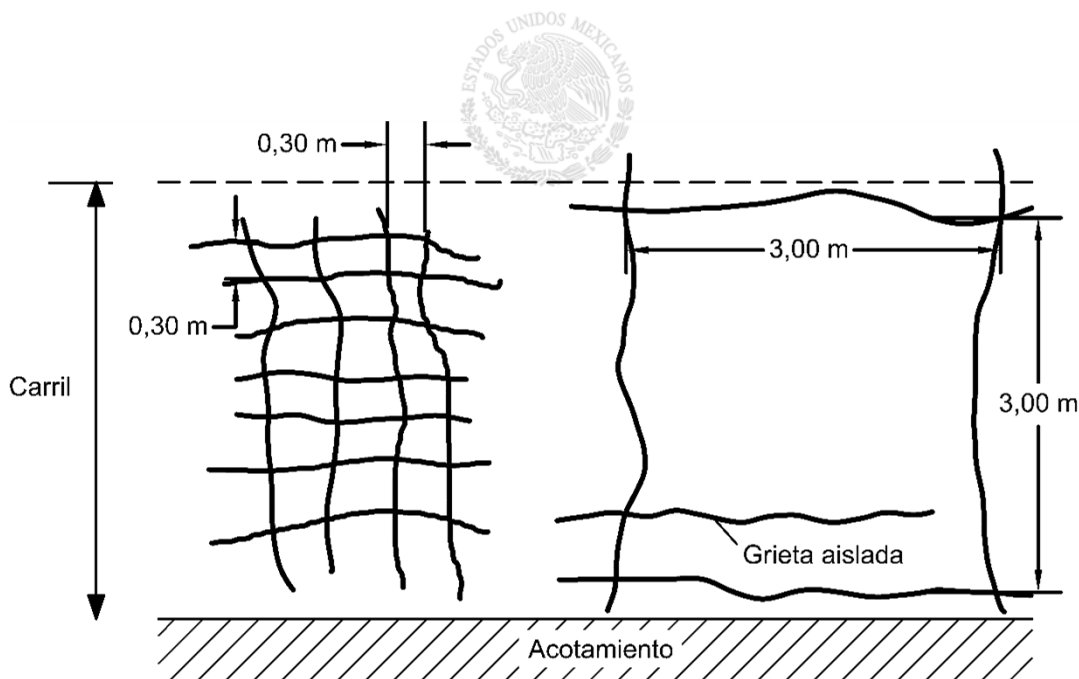


FIGURA 2.- Esquema del deterioro “agrietamiento en bloque” (vista en planta)

TABLA 2.- Niveles de severidad del deterioro “agrietamiento en bloque”

	Bajo Las grietas son menores a 3 mm de ancho y no están desgastadas en los bordes.
	Medio Las grietas están más desarrolladas que las de baja severidad en un patrón o red de grietas que pueden estar ligeramente desgastadas en sus bordes. Las grietas tienen un ancho entre 3 mm y 19 mm.
	Alto Son grietas en red o patrón que ha progresado de modo tal que las piezas están bien definidas y los bordes desgastados. El ancho de las grietas es mayor a 19 mm. Algunas de las piezas pueden moverse bajo la acción del tránsito.

D.1.3. Grietas aisladas

Las grietas aisladas son grietas individuales que se forman en la parte superficial de la carpeta asfáltica y no están asociadas a las cargas del tránsito. Pueden formarse en dirección longitudinal, transversal o diagonal respecto al eje de la carretera.

Las posibles causas de la formación de grietas aisladas son:

- Mala ejecución de una junta de construcción.
- Contracción de la superficie de pavimento flexible debido a bajas temperaturas o endurecimiento del asfalto.
- Una grieta reflejada causada por grietas debajo de la capa superficial, incluidas las grietas en las losas de pavimento rígido, pero no en las juntas de pavimento rígido.

La unidad de medición de las grietas aisladas es por metro lineal. Si la grieta no tiene el mismo nivel de severidad a lo largo de toda su longitud, cada porción se registrará con la severidad que le corresponda de manera separada. En la Figura 3 de este Manual se muestran diferentes severidades incluso en la misma grieta, representadas con una calidad de línea diferente.

En la Tabla 3 de este Manual se describen los niveles de severidad de este tipo de grietas.

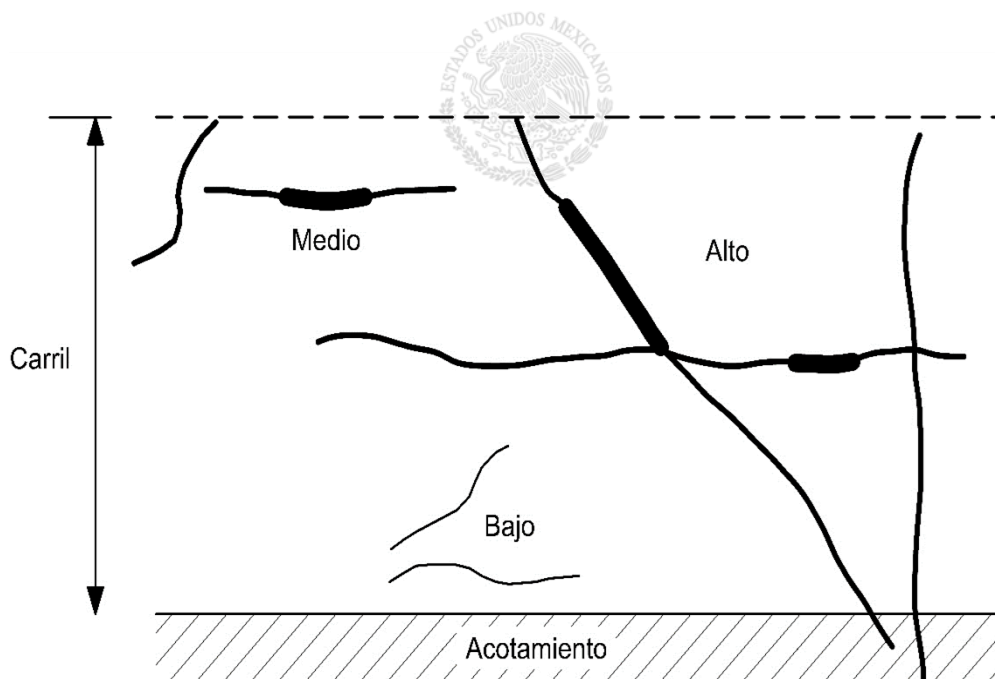


FIGURA 3.- Esquema del nivel de severidad del deterioro “grietas aisladas” (vista en planta)

TABLA 3.- Niveles de severidad del deterioro “grietas aisladas”

	Bajo Existe una de las siguientes condiciones: ▪ El ancho de la grieta sin sellado es inferior a 3 mm. ▪ La grieta de cualquier ancho se encuentra sellada (el sellado se encuentra en condiciones satisfactorias).
	Medio Existe una de las siguientes condiciones: ▪ El ancho de la grieta sin sellado es mayor o igual a 3 mm y menor a 19 mm. ▪ El ancho de la grieta sin sello es menor o igual a 19 mm rodeado de grietas ligeras y aleatorias. ▪ La grieta sellada es de cualquier ancho rodeada de fisuración aleatoria ligera.
	Alto Existe una de las siguientes condiciones: ▪ Cualquier grieta con o sin sello rodeada de agrietamiento aleatorio de mediana o alta severidad. ▪ Grieta no sellada de más de 19 mm.

D.1.4. Grieta de borde

Las grietas de borde son paralelas al eje de la carretera y por lo general están a una distancia no mayor de 0,6 m del borde exterior del pavimento.

Las posibles causas de las grietas de borde son:

- Una base o subrasante debilitada por la acción del agua cerca del borde del pavimento.
- Fallas del drenaje longitudinal de la carretera.
- Deficiente compactación del borde de la carretera.
- Cambios volumétricos en la capa de desplante de las terracerías por cambios de humedad en el material.

El área entre la grieta y el borde del pavimento se clasifica como desprendimiento si se separa una pieza de la carpeta. La unidad de medición de este deterioro es en metros lineales.

Este deterioro se acelera por el efecto de las cargas de tránsito. En la Figura 4 de ese Manual se puede apreciar de manera gráfica su ubicación.

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

En la Tabla 4 de este Manual se describen los niveles de severidad de este tipo de grietas.

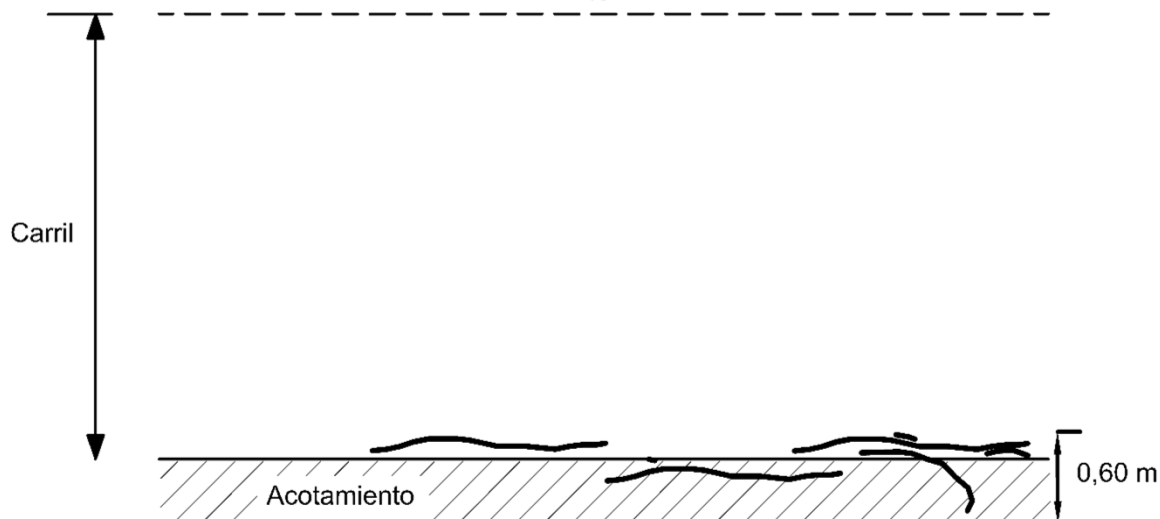


FIGURA 4.- Esquema del deterioro "grieta de borde" (vista en planta)

TABLA 4.- Niveles de severidad del deterioro “grieta de borde”

	Bajo
	Las grietas son menores de 3 mm de ancho y no están desgastadas en los bordes.
	Medio
	Las grietas están más desarrolladas que las de baja severidad, se presentan algunos desprendimientos del borde. El ancho de las grietas está entre 3 mm y 19 mm.
	Alto
	Son grietas que han progresado de modo tal que las piezas de borde se han desprendido.

D.1.5. Grieta de reflexión de junta de losas de concreto hidráulico

Las grietas por reflexión de junta de losas de concreto hidráulico son grietas que sólo se presentan en pavimentos flexibles construidos sobre pavimentos rígidos. Estas grietas forman rectángulos de la dimensión de las losas de concreto sobre las cuales se construyó la superficie asfáltica.

Las causas que ocasionan las grietas por reflexión son los movimientos por efectos térmicos de las losas o por cambios de humedad de las capas inferiores a éstas. Estos efectos se originan por un deficiente sellado de juntas o por el envejecimiento del material de sellado, lo que propicia la presencia de movimientos que generan tensiones en la capa inferior de la carpeta asfáltica, las cuales se ven reflejadas como grietas en la superficie, como se puede apreciar de manera gráfica en la Figura 5 de este Manual.

Las grietas por reflexión no están relacionadas con la carga del tránsito, sin embargo, la carga puede provocar una ruptura de la superficie del pavimento flexible cerca de la grieta. El patrón de espaciamiento de este agrietamiento ayudará a identificar este deterioro.

La unidad de medición es por metro lineal. Si la grieta no tiene el mismo nivel de severidad a lo largo de toda su longitud, cada porción se registrará con la severidad que le corresponda de manera separada. En la Tabla 5 de este Manual se describen los niveles de severidad de este tipo de grietas.

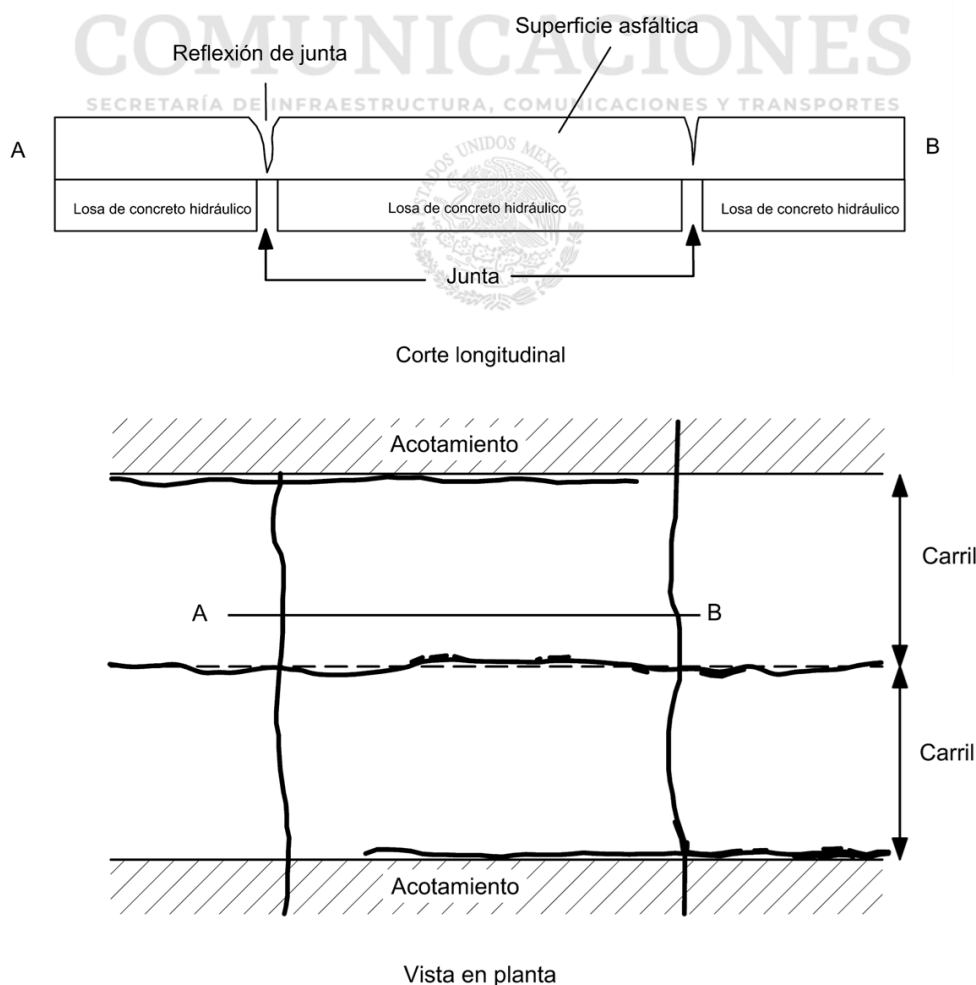


FIGURA 5.- Esquema del deterioro “grieta de reflexión de junta de losas de concreto hidráulico”

TABLA 5.- Niveles de severidad del deterioro “grieta de reflexión de junta de losas de concreto hidráulico”

	Bajo Existe una de las siguientes condiciones: el ancho de la grieta sin sellado es menor de 3 mm o la grieta sellada de cualquier ancho (sello en condiciones satisfactorias).
	Medio Existe una de las siguientes condiciones: el ancho de la grieta sin relleno es mayor de 3 mm y menor a 19 mm; grieta sin sello menor o igual a 19 mm rodeada de agrietamiento ligero; o grieta sellada de cualquier ancho rodeada de agrietamiento ligero.
	Alto Existe una de las siguientes condiciones: Cualquier grieta con o sin sello rodeada por agrietamiento de severidad media o alta; grietas sin sello de más de 19 mm; o una grieta de cualquier ancho con los bordes severamente dañados o incluso desprendidos.

D.1.6. Grietas parabólicas por deslizamiento

Las grietas parabólicas por deslizamiento son grietas en forma de medialuna, generalmente transversales al eje de la carretera.

Las causas que ocasionan las grietas parabólicas por deslizamiento son:

- Frenado o giro recurrente de vehículos en la zona agrietada. En la Figura 6 de este Manual se puede apreciar esta forma, así como su severidad representada con diferente calidad de línea.
- Falta de adherencia entre la capa asfáltica superficial y la capa inmediata inferior.

Este deterioro generalmente ocurre en las sobrecarpetas cuando existe una mala unión entre la capa de superficie y la siguiente capa de la estructura del pavimento.

La unidad de medición es en metros cuadrados y se califica según el nivel de severidad más alto que presente en la misma.

En la Tabla 6 de este Manual se describen los niveles de severidad de este tipo de grietas.



FIGURA 6.- Esquema del deterioro “grietas parabólicas por deslizamiento” (vista en planta)

TABLA 6.- Niveles de severidad del deterioro “grietas parabólicas por deslizamiento”

	Bajo El ancho promedio de la grieta es menor de 3 mm.
	Medio Existen una de las siguientes condiciones: ▪ El ancho de grieta promedio está entre 3 mm y 19 mm. ▪ El área alrededor de la grieta está moderadamente desintegrada o rodeada de grietas secundarias.
	Alto Existen una de las siguientes condiciones: ▪ El ancho promedio de la grieta es mayor de 19 mm. ▪ El área alrededor de la grieta está desintegrada, con piezas fáciles de desprender.

D.2. DEFECTOS SUPERFICIALES

D.2.1. Exudación

La exudación es una película de material asfáltico sobre la superficie del pavimento que crea una superficie reflectante y brillante que por lo general se vuelve pegajosa al tacto.

Las causas que ocasionan la exudación son:

- Cantidades excesivas de cemento asfáltico en la mezcla asfáltica.
- Aplicación excesiva de un sellador asfáltico en la superficie.
- Diseño deficiente de la mezcla, con un bajo contenido de vacíos de aire.
- Combinación de las anteriores en climas cálidos que facilitan la fluencia del asfalto a la superficie.

Dado que el proceso de exudación no es reversible, el asfalto se acumula en la superficie dando una apariencia brillante, similar al vidrio durante el clima frío. En cuanto a su forma, es irregular y de tamaño variable, como se aprecia en la Figura 7 de este Manual.

La unidad de medición de la exudación es en metros cuadrados, de acuerdo con el área afectada. Es importante resaltar que, si se contabiliza la exudación, no se contabilizará el pulimento de agregados.

En la Tabla 7 de este Manual se describen los niveles de severidad de este tipo de daño superficial.

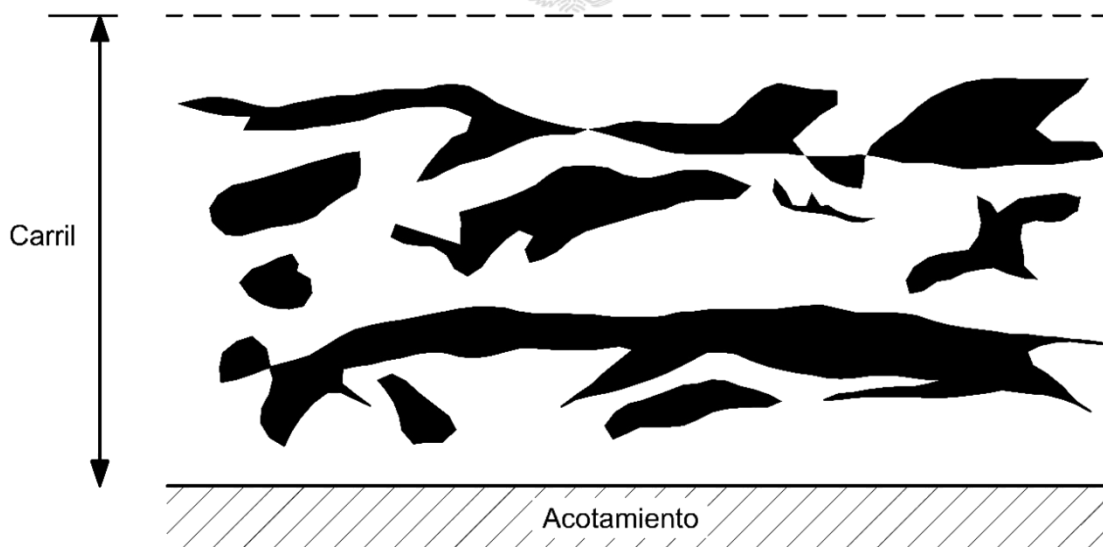
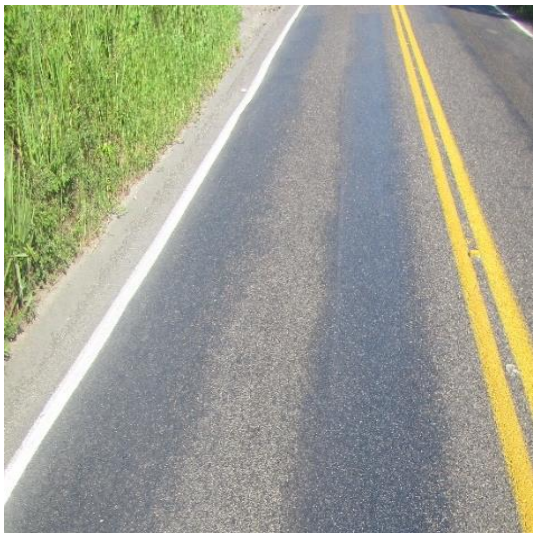


FIGURA 7.- Esquema del deterioro "exudación" (vista en planta)

TABLA 7.- Niveles de severidad del deterioro “exudación”

	<table><tr><th>Bajo</th></tr><tr><td>La exudación se ha producido en un grado muy leve y se presenta sólo durante unos pocos días al año. El asfalto no se pega a los zapatos ni a los neumáticos de los vehículos.</td></tr></table>	Bajo	La exudación se ha producido en un grado muy leve y se presenta sólo durante unos pocos días al año. El asfalto no se pega a los zapatos ni a los neumáticos de los vehículos.
Bajo			
La exudación se ha producido en un grado muy leve y se presenta sólo durante unos pocos días al año. El asfalto no se pega a los zapatos ni a los neumáticos de los vehículos.			
	<table><tr><th>Medio</th></tr><tr><td>Se ha producido exudación hasta un punto tal que el asfalto se pega a los zapatos y neumáticos de los vehículos sólo durante unas pocas semanas al año.</td></tr></table>	Medio	Se ha producido exudación hasta un punto tal que el asfalto se pega a los zapatos y neumáticos de los vehículos sólo durante unas pocas semanas al año.
Medio			
Se ha producido exudación hasta un punto tal que el asfalto se pega a los zapatos y neumáticos de los vehículos sólo durante unas pocas semanas al año.			
	<table><tr><th>Alto</th></tr><tr><td>Se ha producido un exudado en zonas extensas y con un espesor considerable. El asfalto se adhiere a los zapatos y neumáticos de los vehículos durante varias semanas del año.</td></tr></table>	Alto	Se ha producido un exudado en zonas extensas y con un espesor considerable. El asfalto se adhiere a los zapatos y neumáticos de los vehículos durante varias semanas del año.
Alto			
Se ha producido un exudado en zonas extensas y con un espesor considerable. El asfalto se adhiere a los zapatos y neumáticos de los vehículos durante varias semanas del año.			

D.2.2. Pulimento de agregados

El pulimento de agregados es la pérdida de la textura superficial de los agregados gruesos que integran una carpeta asfáltica, es decir, la porción de agregado que se extiende por encima del asfalto es muy pequeña y/o no hay partículas de agregado ásperas o angulares que proporcionen una buena microtextura, haciendo que la superficie se vuelva lisa al tacto.

Las causas que ocasionan el pulimento de agregados son:

- La acción repetida de cargas de tránsito.
- El uso de agregados pulimentables para la producción de mezclas asfálticas.
- La lluvia ácida en algunos agregados calizos.

Cuando en una carpeta asfáltica se presenta una porción de agregado pulimentado, éste tiende a tener una forma irregular y su ubicación puede variar, como se aprecia en la Figura 8 de este Manual, haciendo que la textura del pavimento no contribuya significativamente a reducir la velocidad del vehículo. Su unidad de medición es en metros cuadrados del área afectada. No hay nivel de severidad para este tipo de daño superficial, en la Tabla 8 de este Manual se describe un ejemplo.

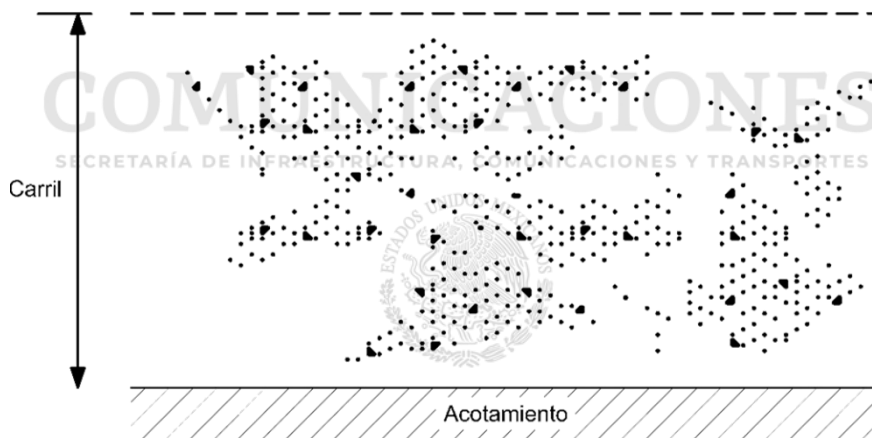


FIGURA 8.- Esquema del deterioro “pulimento de agregados” (vista en planta)

TABLA 8.- Ejemplo del deterioro “pulimento de agregados”

	No hay nivel de severidad
	No se definen niveles de severidad; sin embargo, tiene que ser claramente evidente en la unidad de muestra, ya que la superficie del agregado será lisa al tacto.

D.2.3. Desprendimiento de agregados e indentación

El desprendimiento de agregados es la pérdida de partículas de agregado grueso de la capa superficial del pavimento flexible. Su aparición se presenta en figuras de forma y tamaño irregular, como se ejemplifica en el esquema de la Figura 9 de este Manual.

Las causas que ocasionan el desprendimiento de agregados son:

- Un bajo contenido de asfalto en la carpeta asfáltica.
- Baja compactación de la mezcla asfáltica.
- Segregación de agregados durante el tendido de la mezcla asfáltica.
- Desprendimiento de asfalto en la mezcla.

Su unidad de medición es por metro cuadrado de área afectada. Cuando la capa superficial del pavimento flexible es dañada por la acción de un objeto (indentación), como por ejemplo mediante el rin de un neumático dañado, será contabilizado como desprendimiento de agregados. Es importante resaltar que, si se presenta el desprendimiento de agregado, no se registrará como intemperismo.

En la Tabla 9 de este Manual se describen los niveles de severidad de este tipo de daño superficial.

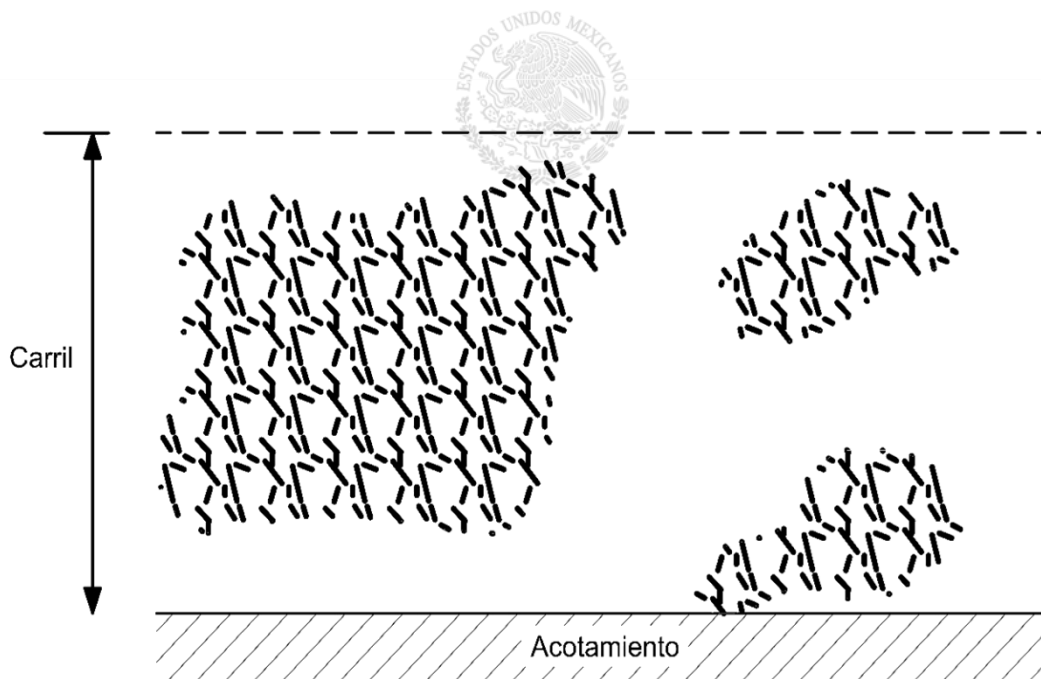


FIGURA 9.- Esquema del deterioro “desprendimiento de agregados” (vista en planta)

TABLA 9.- Niveles de severidad del deterioro “desprendimiento de agregados”

	Medio La pérdida de agregado grueso es mayor a 20 piezas por metro cuadrado o existen zonas de agregado grueso faltante (o ambos).
	Alto La superficie es muy áspera y con huecos. El agregado grueso puede no estar por completo en algunas zonas.

D.2.4. Intemperismo

El intemperismo es la pérdida del ligante asfáltico y del agregado fino en la superficie del pavimento.

Al igual que el deterioro anterior, suelen presentarse como figuras irregulares y su tamaño puede variar, tal como se aprecia en la Figura 10 de este Manual.

Las causas que ocasionan el intemperismo son:

- Envejecimiento del asfalto de la mezcla.
- Insuficiencia de asfalto en la mezcla.
- Baja compactación de la mezcla asfáltica.
- Exceso de arena sin trituración en la mezcla asfáltica.
- Erosión por tránsito y agua superficial.

La unidad de medición del intemperismo es por metro cuadrado. Es importante resaltar que no se registrará intemperismo en donde hay desprendimiento de agregado.

En la Tabla 10 de este Manual se describen los niveles de severidad de este tipo de daño superficial.

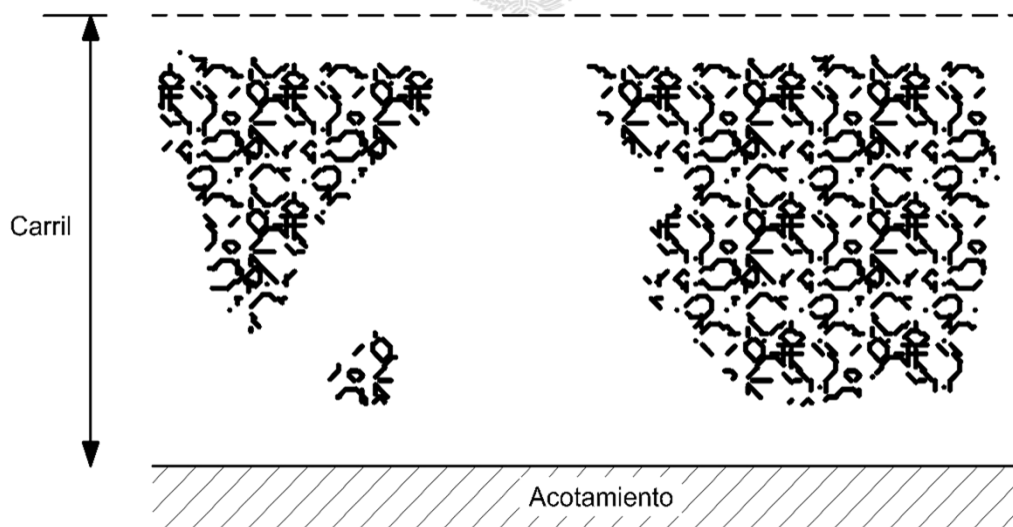


FIGURA 10.- Esquema del deterioro “intemperismo” (vista en planta)

TABLA 10.- Niveles de severidad del deterioro “intemperismo”

	Bajo La superficie de asfalto comienza a mostrar signos de envejecimiento, que pueden ser acelerados por las condiciones climáticas. La pérdida de la matriz de agregados finos es notable y puede ir acompañada de un desvanecimiento del color negro del asfalto. Los bordes de los agregados gruesos comienzan a quedar expuestos (menos de 1 mm). Puede ocurrir en etapas tempranas de la vida del pavimento.
	Medio La pérdida de matriz de agregado fino es notable y los bordes del agregado grueso han quedado expuestos hasta 1/4 de su ancho (del lado más largo) debido a la pérdida de matriz de agregado fino.
	Alto Los bordes del agregado grueso han quedado expuestos más de 1/4 de su ancho (del lado más largo). Hay una pérdida considerable de matriz de agregado fino que conduce a una pérdida potencial o parcial de agregado grueso.

D.3. DEFORMACIONES

D.3.1. Asentamientos

Los asentamientos son áreas superficiales de pavimento localizadas con elevaciones ligeramente más bajas que las del pavimento circundante, las cuales causan irregularidad de la superficie.

Las causas que ocasionan los asentamientos son:

- Asentamiento del suelo de cimentación.
- Una construcción inadecuada.

En muchos casos, las depresiones leves no se notan hasta después de una lluvia, cuando el agua estancada crea un área de "bebedero para pájaros" o en pavimento seco observando las manchas causadas por el agua estancada que se ha evaporado. En el corte transversal de la Figura 11 de este Manual, se ilustran las áreas que se forman sobre el pavimento, siendo la del lado izquierdo menos profunda, indicando una severidad menor en comparación con la del lado derecho, en donde se aprecia una profundidad mayor, representando así una severidad mayor.

Su unidad de medición es en metros cuadrados. Es importante resaltar que, si el asentamiento ocurre en combinación con una grieta, ésta última también se registra.

En la Tabla 11 de este Manual se describen los niveles de severidad de este tipo de deterioro.

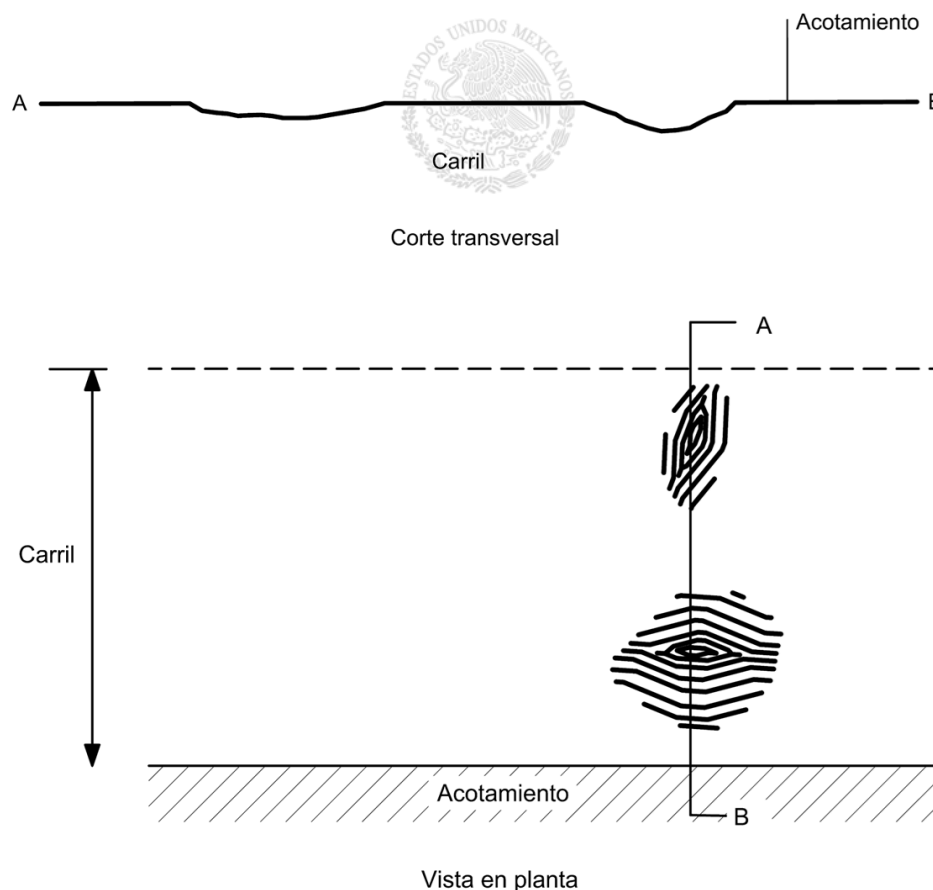


FIGURA 11.- Esquema del deterioro "asentamiento"

TABLA 11.- Niveles de severidad del deterioro “asentamiento”

	Bajo Los asentamientos son iguales o mayores de 13 mm y menores de 25 mm de profundidad.
	Medio Los asentamientos son iguales o mayores de 25 mm y menores de 50 mm de profundidad.
	Alto Los asentamientos son iguales o mayores de 50 mm de profundidad.

D.3.2. Hundimiento transversal

Los hundimientos transversales son áreas superficiales de pavimento localizadas en dirección perpendicular al eje de la carretera con elevaciones ligeramente más bajas o altas que las del pavimento circundante (en función del sentido de circulación), formando una especie de escalón que causa una irregularidad abrupta de la superficie, como se aprecia en el corte transversal de la Figura 12 de este Manual.

Las causas que ocasionan los hundimientos transversales son:

- Asentamiento del material colocado en la transición entre un puente y el terreno contiguo.
- Asentamiento transversal en todo el ancho de la corona como consecuencia de una falla geológica.
- Una construcción inadecuada.

Este tipo de deterioros suele ser común en los puentes precedidos por un terraplén que sufrió asentamiento.

Su unidad de medición es en metros cuadrados. Es importante resaltar que, si el hundimiento ocurre en combinación con una grieta, ésta última también se registra. En la Tabla 12 de este Manual se describen los niveles de severidad de este tipo de deterioro.

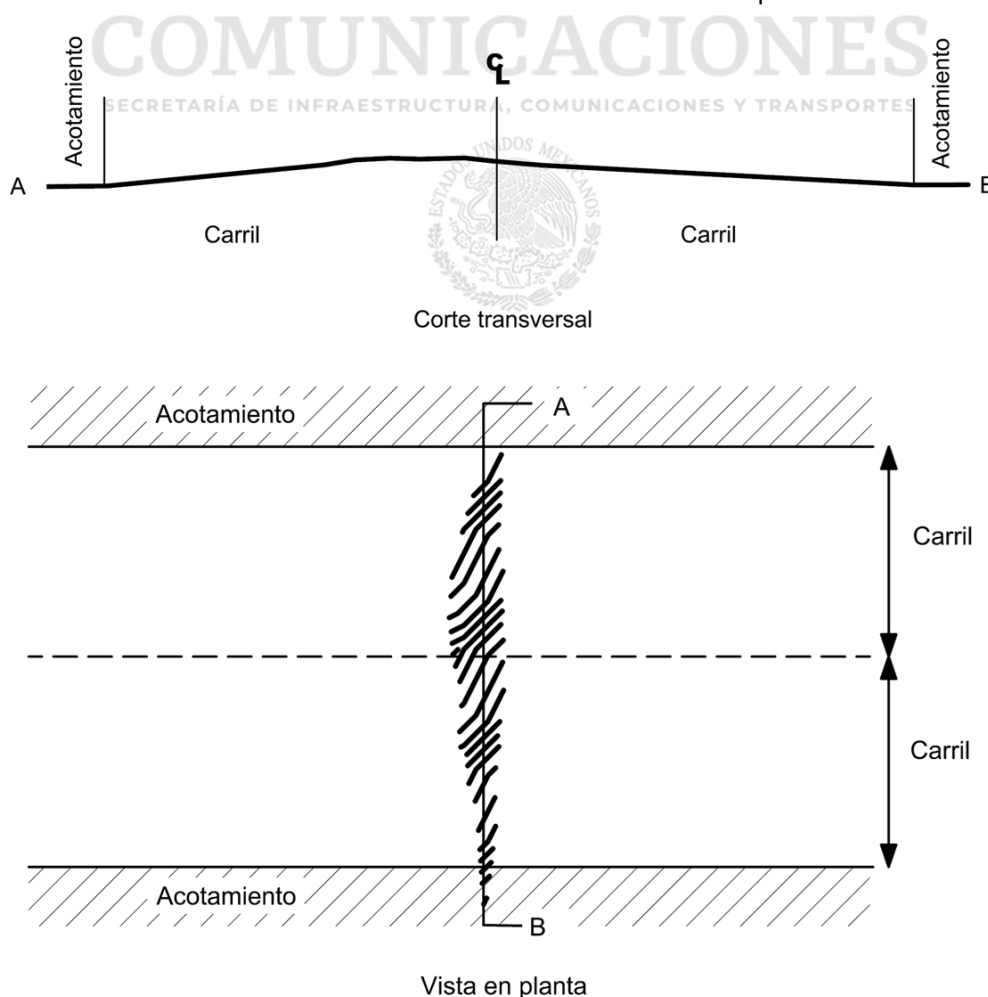


FIGURA 12.- Esquema del deterioro "hundimiento transversal"

TABLA 12.- Niveles de severidad del deterioro “hundimiento transversal”

	Bajo Los hundimientos son iguales o mayores de 13 mm y menores de 25 mm de profundidad.
	Medio Los hundimientos son iguales o mayores de 25 mm y menores de 50 mm de profundidad.
	Alto Los hundimientos son iguales o mayores de 50 mm de profundidad.

D.3.3. Ondulación

La ondulación, también conocida como "lavadero", es una serie de crestas y valles perpendiculares a la dirección del tránsito, poco espaciadas entre sí, que ocurren a intervalos regulares, generalmente a menos de 3 m a lo largo del pavimento. En el corte longitudinal mostrado en la Figura 13 de este Manual, se aprecian las crestas que se forman y la distancia entre una y otra.

Las causas que ocasionan la ondulación son:

- La acción del tránsito en zonas de frenado o aceleración de vehículos pesados.
- Una mezcla asfáltica o base inestables.

La unidad de medición de la ondulación es metros cuadrados del área afectada. En la Tabla 13 de este Manual se describen los niveles de severidad de este tipo de deterioro.

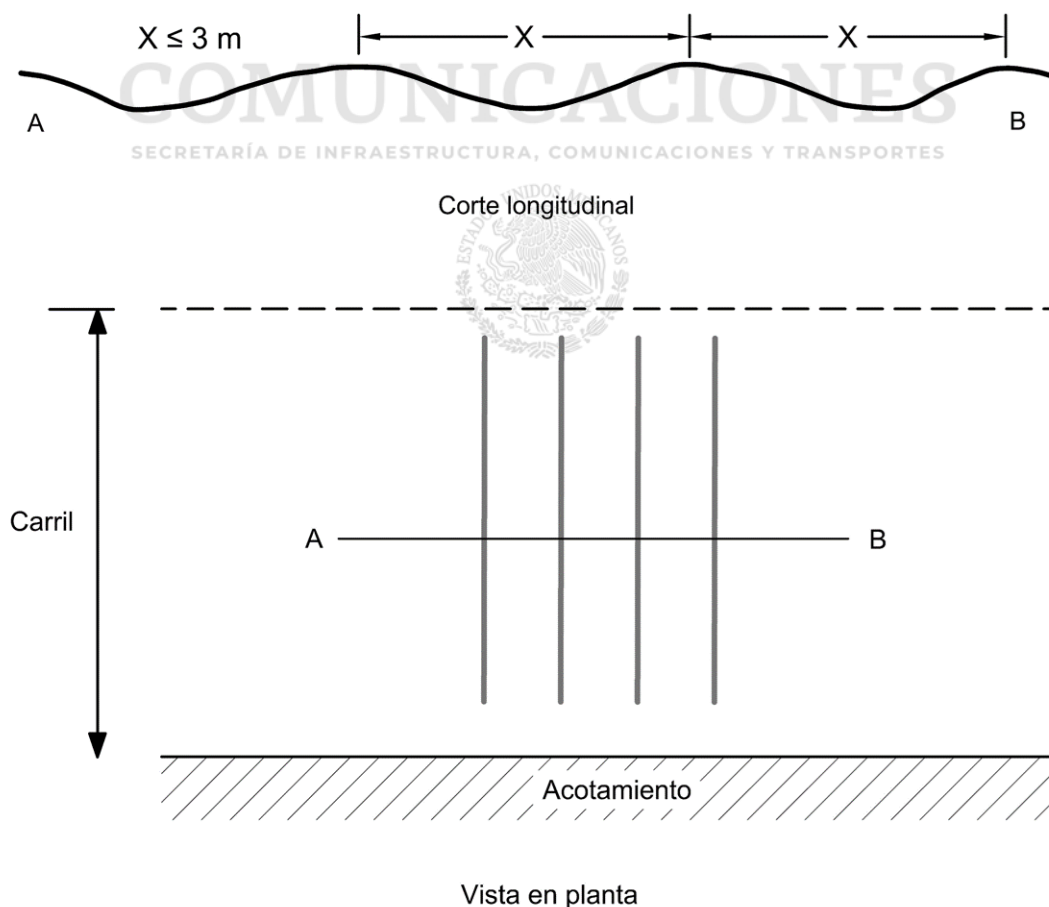
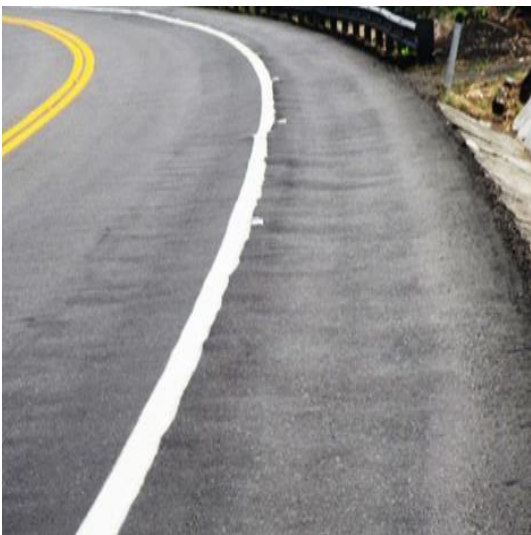


FIGURA 13.- Esquema del deterioro "ondulación"

TABLA 13.- Niveles de severidad del deterioro “ondulación”

	Bajo El desnivel de la cresta respecto al nivel del resto del pavimento es de hasta 6 mm.
	Medio El desnivel de la cresta respecto al nivel del resto del pavimento es mayor a 6 mm y menor a 19 mm.
	Alto El desnivel de la cresta respecto al nivel del resto del pavimento es igual o mayor a 19 mm.

D.3.4. Desplazamiento

Los desplazamientos son pequeños deslizamientos ascendentes localizados de la superficie del pavimento flexible adyacentes a losas de pavimento rígido, o corrimientos longitudinales permanentes en un área localizada por efecto de las cargas del tránsito. En el corte longitudinal mostrado en la Figura 14 de este Manual, se aprecia el desplazamiento ascendente con relación al pavimento rígido.

Las causas que ocasionan los desplazamientos son:

- Alabeo de las losas de pavimento rígido subyacentes al pavimento flexible.
- Efectos de congelación del agua al interior de las capas hidráulicas.
- Infiltración y acumulación de material en una grieta en combinación con cargas de tránsito.

La unidad de medición del desplazamiento es en metros cuadrados del área afectada. Los desplazamientos que ocurren en baches reparados se consideran para determinar el nivel de severidad del bache reparado, no como un deterioro separado.

En la Tabla 14 de este Manual se describen los niveles de severidad de este tipo de deterioro.

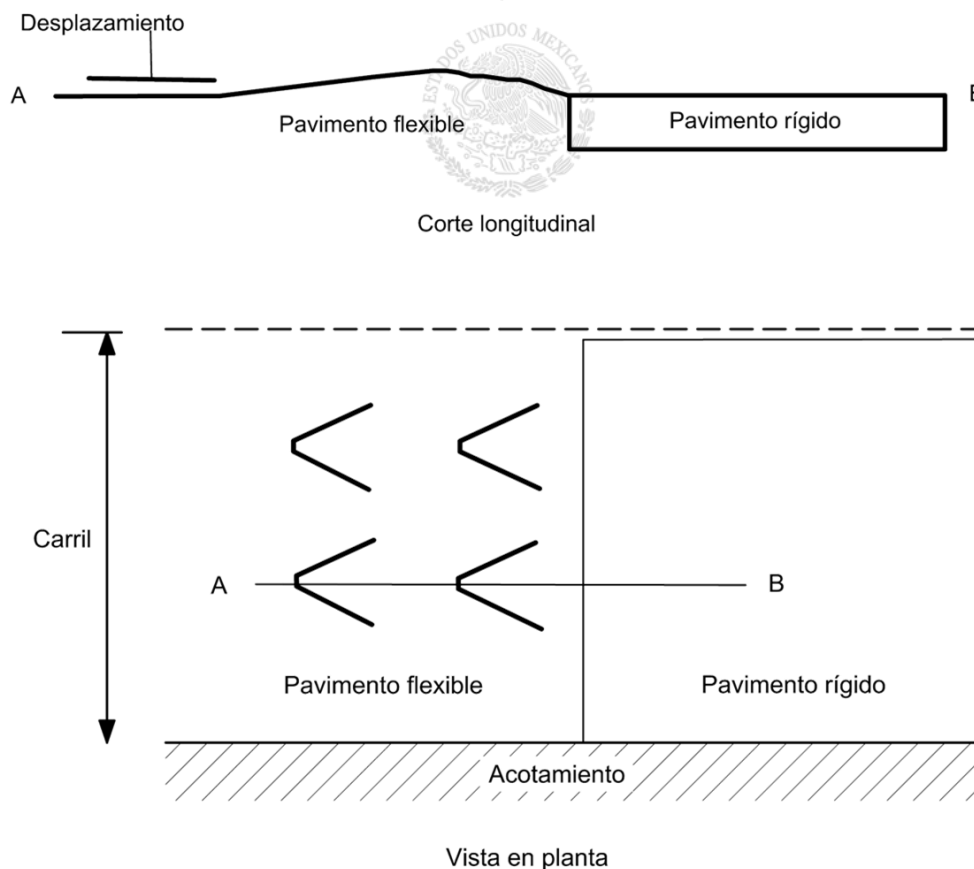


FIGURA 14.- Esquema del deterioro "desplazamiento"

TABLA 14.- Niveles de severidad del deterioro “desplazamiento”

	Bajo La diferencia de niveles entre el punto más alto del desplazamiento y el resto del pavimento es de hasta 6 mm.
	Medio La diferencia de niveles entre el punto más alto del desplazamiento y el resto del pavimento es mayor a 6 mm y menor de 19 mm.
	Alto La diferencia de niveles entre el punto más alto del desplazamiento y el resto del pavimento es igual o mayor a 19 mm.

D.3.5. Abultamientos

Los abultamientos son desplazamientos de un área localizada de la superficie del pavimento dando origen a una elevación abrupta.

Las causas que ocasionan el abultamiento son:

- Levantamiento o combadura de losas de pavimento rígido con una sobrecarpeta de pavimento flexible.
- Expansión por congelación de agua atrapada entre la carpeta asfáltica y la capa inmediata inferior.
- Infiltración y elevación del material en una grieta en combinación con las cargas del tránsito (algunas veces “abombado”).

La unidad de medición de los abultamientos es en metros cuadrados. En la Figura 15 de este Manual se aprecia un corte transversal del deterioro, en el que podemos identificar la elevación del material. Asimismo, en la Tabla 15 de este Manual se describen los niveles de severidad de este tipo de deterioro.

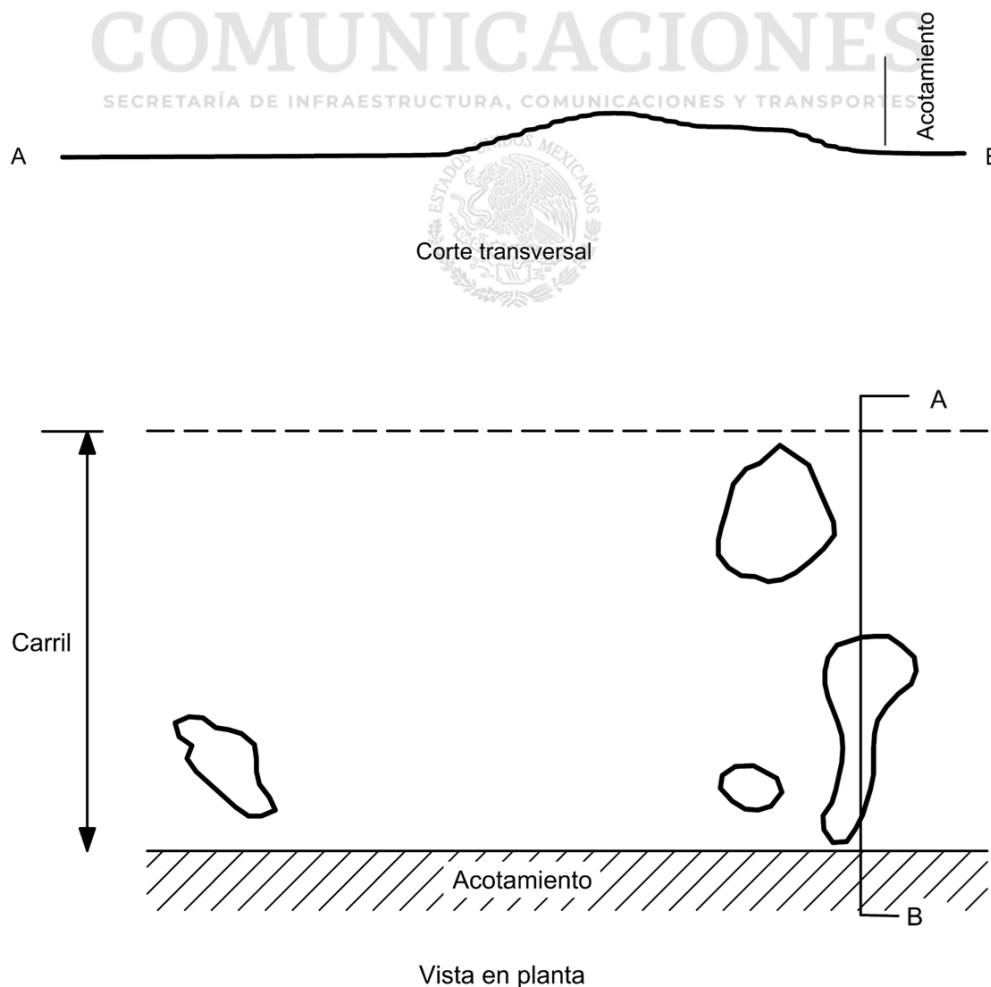


FIGURA 15.- Esquema del deterioro “abultamientos”

TABLA 15.- Niveles de severidad del deterioro “abultamientos”

	Bajo La diferencia de niveles entre el punto más alto del abultamiento y el resto del pavimento es de hasta 6 mm.
	Medio La diferencia de niveles entre el punto más alto del abultamiento y el resto del pavimento es mayor a 6 mm y menor de 19 mm.
	Alto La diferencia de niveles entre el punto más alto del abultamiento y el resto del pavimento es igual o mayor a 19 mm.

D.3.6. Roderas

Una rodera es una depresión que se presenta en la superficie del pavimento, a manera de surcos longitudinales a lo largo del camino bajo la huella de rodamiento. Las roderas provienen de una deformación permanente de cualquiera de las capas que integran el pavimento.

Las causas que ocasionan las roderas son:

- Cargas de tránsito mayores a las consideradas en el diseño del pavimento.
- Mezclas asfálticas inestables susceptibles a ser desplazadas ante la aplicación de cargas.
- Falta de estabilidad de las capas inferiores a la carpeta asfáltica.

Las roderas suelen ser perceptibles posterior a una precipitación, debido a que se presenta una acumulación de agua, lo que facilita su identificación.

La unidad de medición de la rodera es en metros cuadrados de área afectada. En el corte transversal mostrado en la Figura 16 de este Manual se puede observar la profundidad de las roderas en relación con la superficie del pavimento. Su severidad está definida por la profundidad media de la rodera, la cual se calcula midiendo su profundidad en distintos puntos a lo largo del deterioro. En la Tabla 16 de este Manual se describen los niveles de severidad de este tipo de deterioro.

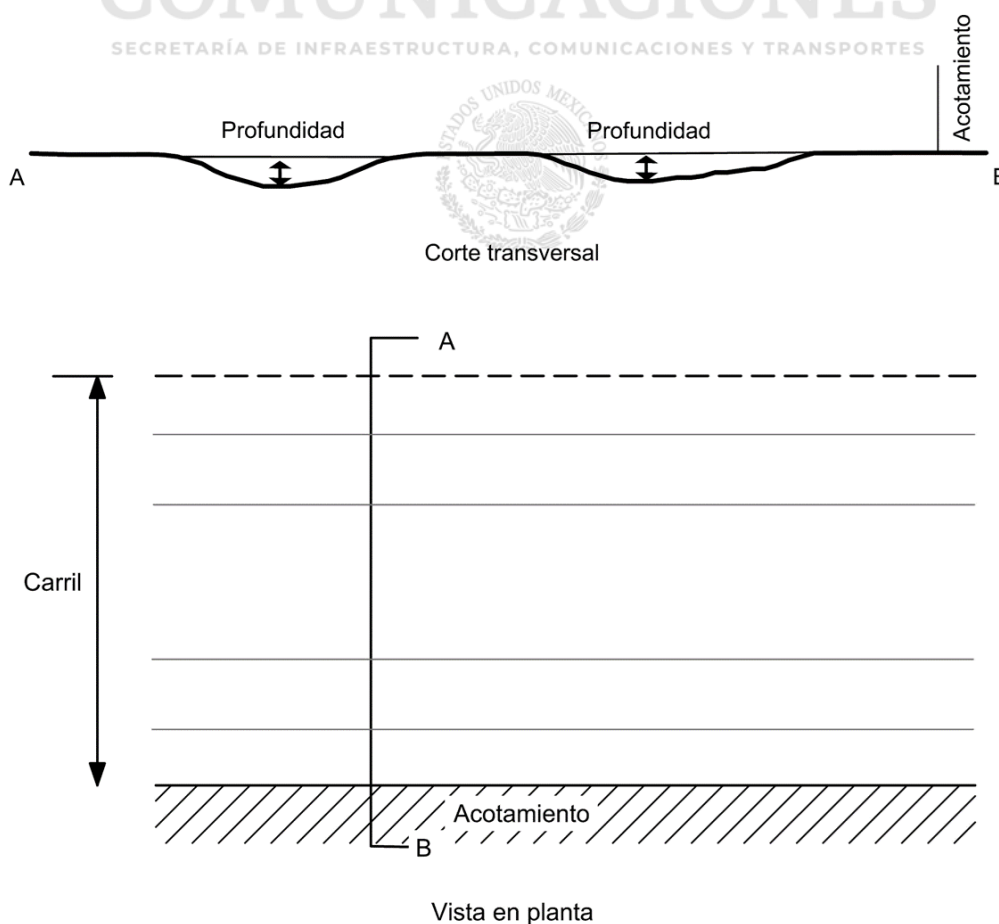


FIGURA 16.- Esquema del deterioro "roderas"

TABLA 16.- Niveles de severidad del deterioro “roderas”

	Bajo En Red Básica Libre y Red Secundaria: valores menores a 7 mm. En Autopistas y Corredores Carreteros: valores menores a 5 mm.
	Medio En Red Básica Libre y Red Secundaria: valores entre 7,1 mm y 9 mm. En Autopistas y Corredores Carreteros: valores entre 5,1 mm y 8 mm.
	Alto En Red Básica Libre y Red Secundaria: valores mayores a 9 mm. En Autopistas y Corredores Carreteros: valores mayores a 8 mm.

D.4. BACHES Y BACHES REPARADOS

D.4.1. Baches

Los baches son áreas en forma cóncava en la superficie del pavimento, donde se ha perdido el material que lo integraba. Por lo general, tienen un diámetro menor a 75 cm y suelen tener los bordes bien definidos y lados verticales cerca de la parte superior.

La aparición de los baches es debido a que existen deterioros en la carpeta asfáltica como deformaciones y oquedades por desprendimiento o desintegración inicial de los agregados, en zonas localizadas relativamente pequeñas, cuando las capas inferiores del pavimento se encuentran estables o no.

En el corte transversal mostrado en la Figura 17 de este Manual se aprecia el deterioro, resaltando la profundidad que representa con relación a la superficie.

La unidad de medición del bache es en metro cuadrado por área afectada. En la Tabla 17 de este Manual se describen los niveles de severidad de este tipo de deterioro.

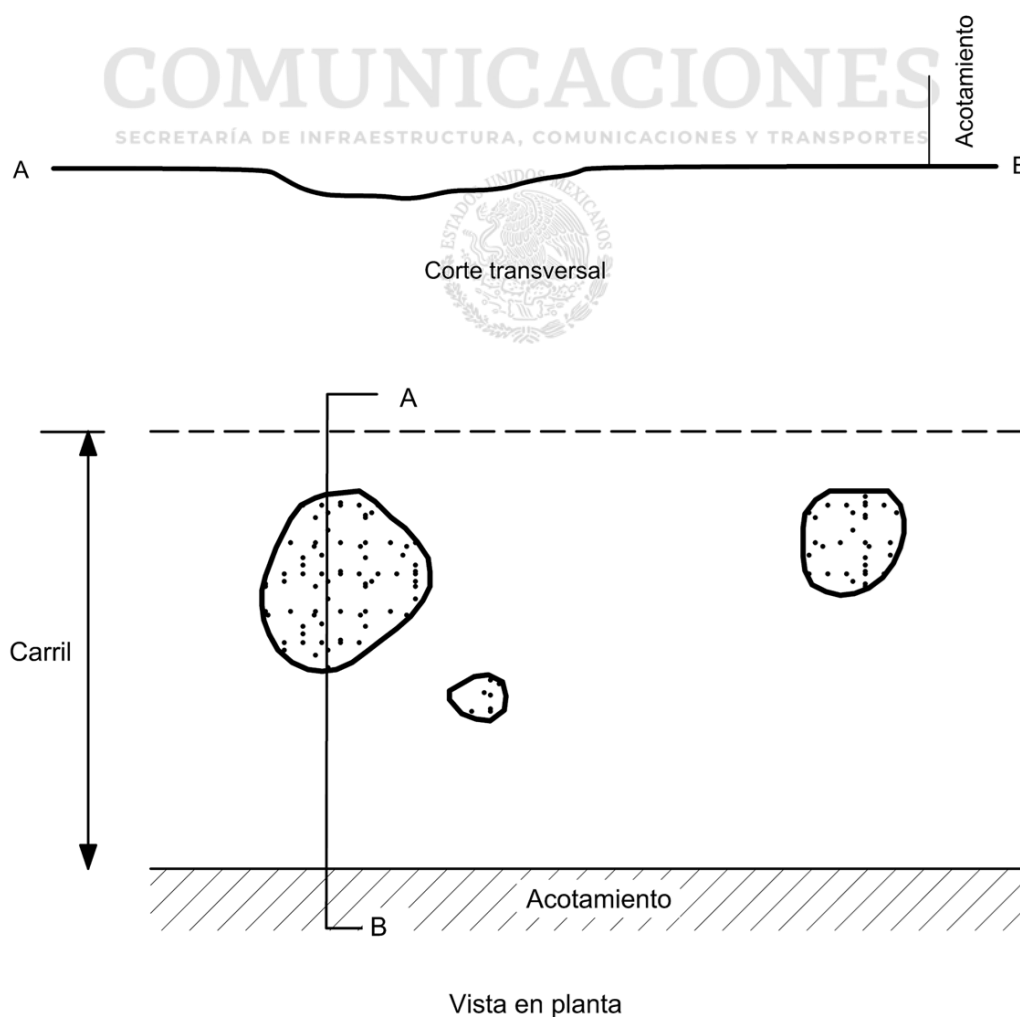
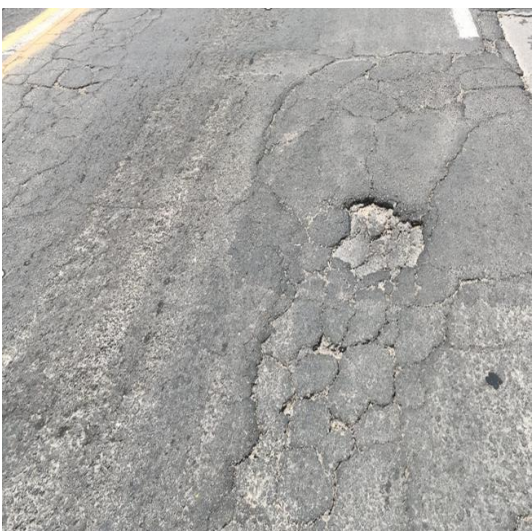


FIGURA 17.- Esquema del deterioro “baches”

TABLA 17.- Niveles de severidad del deterioro “baches”

	Bajo En profundidades de 13 mm a 25 mm, con un diámetro de entre 10 cm y 45 cm. En profundidades mayores de 25 mm y hasta 50 mm, con un diámetro de entre 10 cm y 20 cm.
	Medio En profundidades de 13 mm a 25 mm, con un diámetro de entre 45 cm y 75 cm. En profundidades mayores de 25 mm y hasta 50 mm, con un diámetro de entre 20 cm y 45 cm. En profundidades mayores de 50 mm, con un diámetro de entre 10 cm y 45 cm.
	Alto En profundidades mayores de 25 mm y hasta 50 mm, con un diámetro de entre 45 cm y 75 cm. En profundidades mayores de 50 mm, con un diámetro de entre 45 cm y 75 cm.

D.4.2. Baches reparados

Es la reposición de una porción de la carpeta asfáltica que presentó deterioros como oquedades por desprendimientos o desintegración inicial de los agregados, en zonas localizadas y relativamente pequeñas, cuando la base del pavimento se encuentra en condiciones estables y sin exceso de agua, con mezcla asfáltica nueva.

El bache reparado es considerado un deterioro. En la Figura 18 de este Manual se puede observar que, sin importar el tamaño o ubicación, éstos tienen formas regulares.

La unidad de medición del bache reparado es en metros cuadrados de área afectada.

Si se presentan diferentes severidades en un mismo bache reparado, éstas se medirán y registrarán por separado. Ningún otro deterioro se registrará dentro de un bache reparado, sin embargo, el daño se considera para determinar el nivel de severidad.

En la Tabla 18 de este Manual se describen los niveles de severidad de este tipo de deterioro.

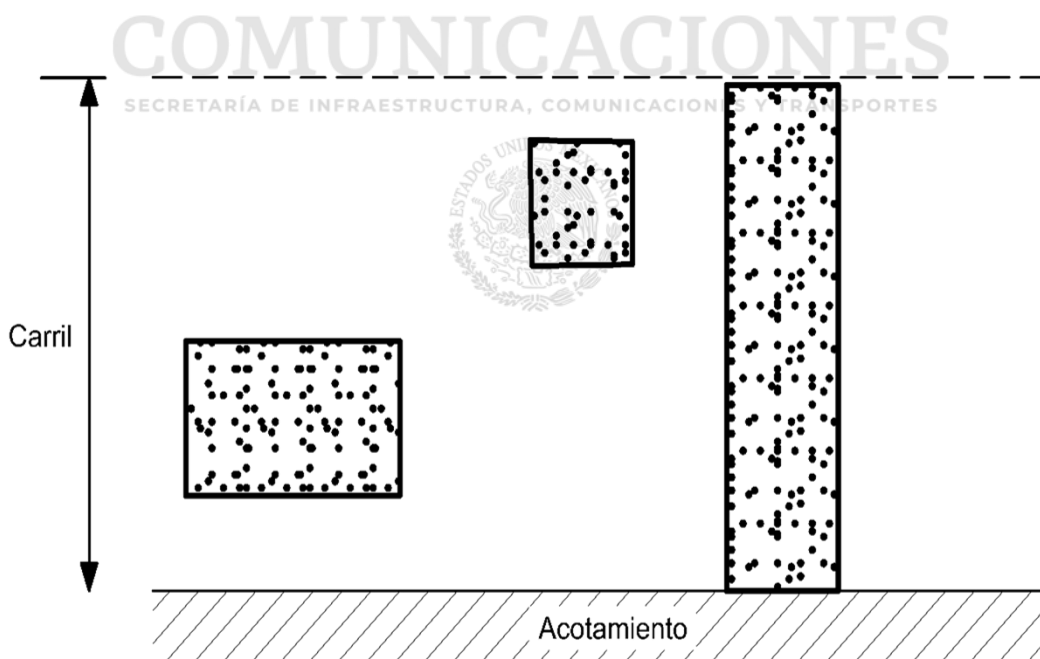


FIGURA 18.- Esquema del deterioro “baches reparados” (vista en planta)

TABLA 18.- Niveles de severidad del deterioro “baches reparados”

	Bajo El bache reparado no presenta deformaciones ni agrietamientos y su superficie esta nivelada.
	Medio El bache reparado está moderadamente deteriorado por desprendimiento de agregado y abultamiento de la superficie.
	Alto El bache reparado presenta deterioros múltiples y condiciones de funcionalidad que afectan la seguridad del usuario.

D.5. VARIOS**D.5.1. Desnivel entre carril y acotamiento**

Se define como la diferencia de elevación entre el borde del carril y el acotamiento. Su aparición tiene como origen no considerar el mismo nivel de rasante a lo ancho de la corona del camino cuando se desarrollan proyectos de construcción, modernización o conservación de carreteras.

Desde el punto de vista de la seguridad del usuario, es necesario evitar que este deterioro exista en la carretera. En la Figura 19 de este Manual se puede apreciar un esquema del desnivel entre un carril y el acotamiento.

El desnivel entre la calzada del camino y el acotamiento se mide en metros lineales. En la Tabla 19 de este Manual se describen los niveles de severidad de este tipo de deterioro.

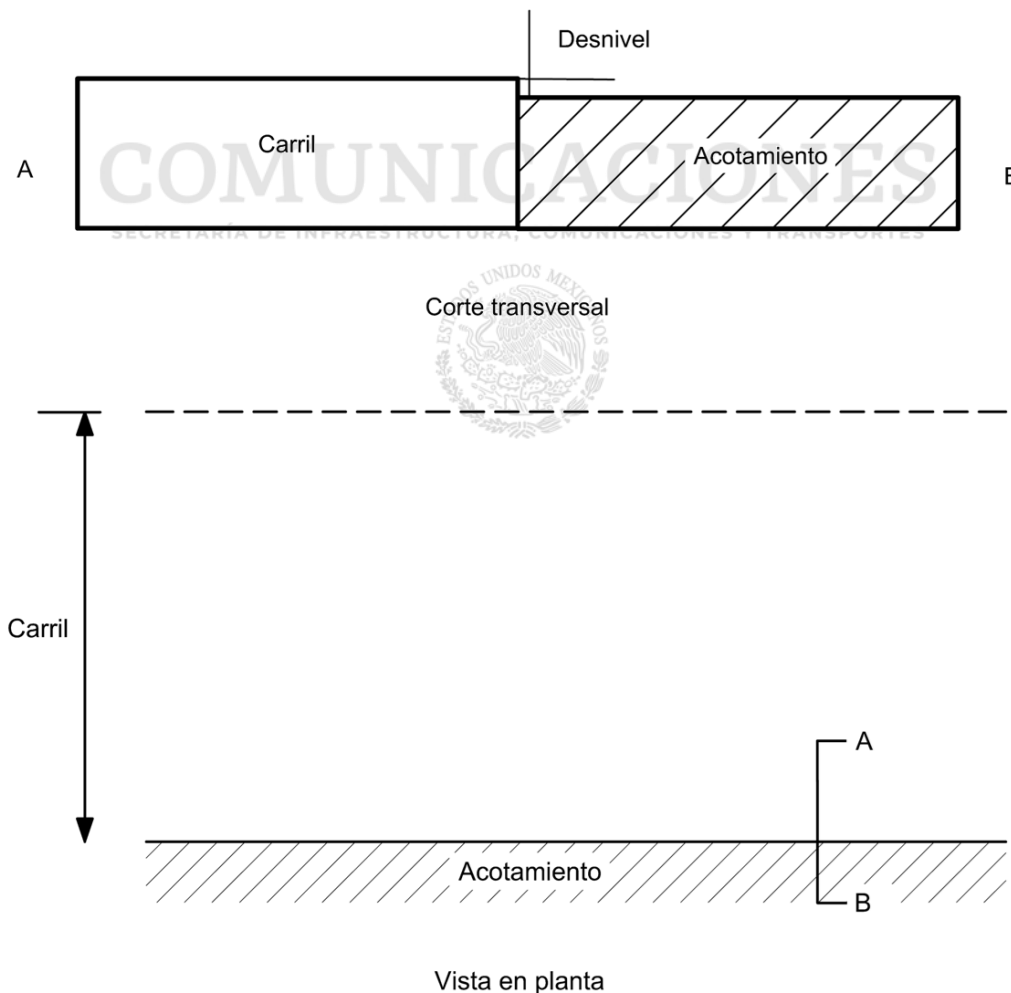


FIGURA 19.- Esquema del deterioro "desnivel de carril y acotamiento"

TABLA 19.- Niveles de severidad del deterioro “desnivel de carril y acotamiento”

	Bajo La diferencia de elevación entre el borde del pavimento y el acotamiento es mayor de 25 mm y hasta 50 mm.
	Medio La diferencia de elevación es mayor a 50 mm y hasta 100 mm.
	Alto La diferencia de elevación es mayor de 100 mm.

E. CLASIFICACIÓN DE DETERIOROS Y NIVELES DE SEVERIDAD EN PAVIMENTOS RÍGIDOS

E.1. AGRIETAMIENTOS

E.1.1. Grieta de esquina

Una grieta de esquina es una grieta que corta las juntas a una distancia menor o igual a la mitad de la longitud de la losa en ambos lados, medida desde la esquina de la losa. Una grieta de esquina se extiende verticalmente a través de todo el espesor de la losa, como se puede apreciar en el corte longitudinal de la Figura 20 de este Manual.

Las causas que ocasionan las grietas de esquina son:

- La repetición de la carga combinada con la pérdida de soporte.
- Las tensiones de alabeo por cambios de temperatura.

Es importante considerar que las grietas de esquina dividen la losa en una distancia menor o igual a la mitad de la longitud de la losa. Por ejemplo, una losa que mide 3,5 por 6,0 m que tiene una grieta de 1,5 m en un lado y 3,5 m en el otro lado no se considera una grieta de esquina; sin embargo, una grieta que intercepta 0,5 m en un lado y 2,5 m en el otro sí se considera una grieta de esquina.

La unidad de medición de la grieta en esquina es por losa. En la Tabla 20 de este Manual se describen los niveles de severidad de este tipo de grietas.

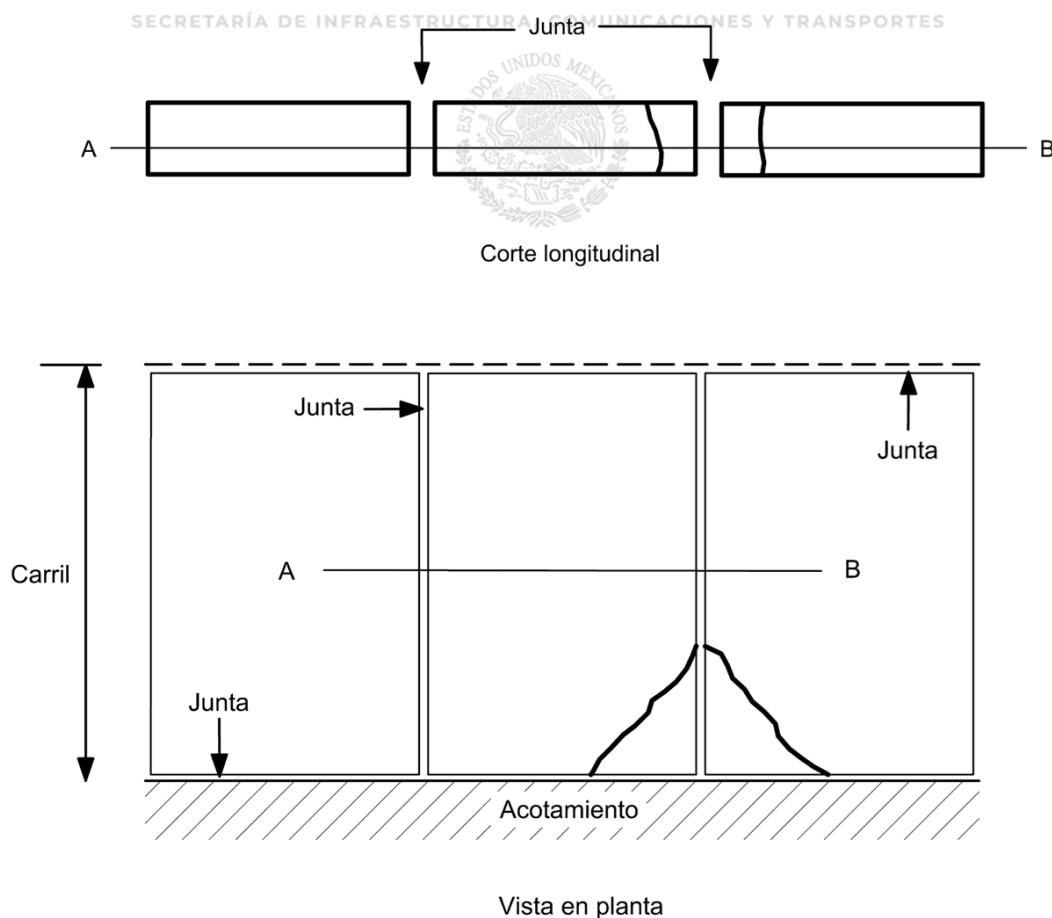


FIGURA 20.- Esquema del deterioro "grieta de esquina"

TABLA 20.- Niveles de severidad del deterioro “grieta de esquina”

	Bajo La grieta tiene un ancho de hasta 3 mm o de cualquier ancho con sellado satisfactorio, sin otras grietas. El área entre la grieta y las juntas no está agrietada o puede estar ligeramente agrietada.
	Medio Una grieta de severidad media es: ▪ Una grieta no sellada de ancho mayor de 3 mm y menor de 19 mm. ▪ Una grieta no sellada menor de 19 mm con fisuras menores de 3 mm. ▪ Cualquier grieta sellada con fisuras menores de 3 mm; o el área entre la grieta y las juntas, o ambas, tiene una fisuración media.
	Alto Una grieta de severidad alta es: ▪ Una grieta no sellada mayor de 19 mm de ancho. ▪ Cualquier grieta sellada o no sellada con fisuras mayores de 3 mm; o cuando el área entre la grieta y las juntas, o ambas, está muy fisurada.

E.1.2. Losa dividida

La losa está dividida por grietas que la seccionan en cuatro o más piezas.

Las causas que ocasionan una losa dividida son:

- Sobrecarga provocada por exceso de tránsito respecto al diseño del espesor de la losa.
- Apoyo inadecuado de las capas inferiores a la losa.
- Combinación de ambas.

Si todas las piezas o grietas están contenidas dentro de una grieta de esquina, la falla se clasifica como una grieta de esquina severa.

La unidad de medición de la losa dividida es por losa. En la Figura 21 de este Manual se aprecia el seccionamiento que puede darse en la losa.

Si la losa dividida es de severidad media o alta, no se contabiliza otro tipo de deterioro. En la Tabla 21 de este Manual se describen los niveles de severidad de este tipo de grietas.

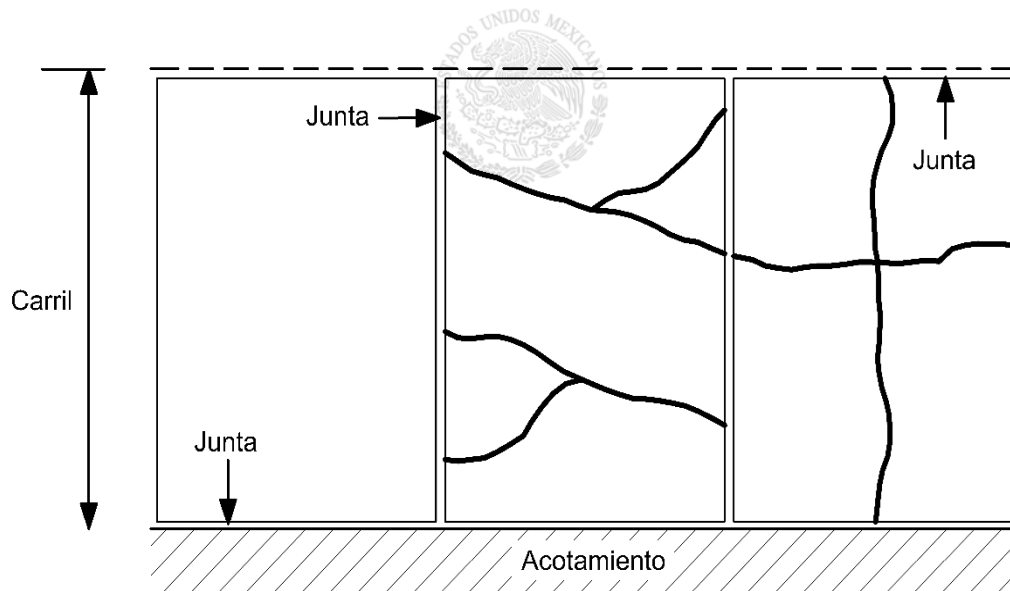


FIGURA 21.- Esquema del deterioro "losa dividida" (vista en planta)

TABLA 21.- Niveles de severidad del deterioro “losa dividida”

	Bajo Se define por la severidad de la grieta y número de piezas en que se divide la losa. Se tienen tres casos particulares para este nivel: 1. Grieta de severidad baja con una división de 4 a 5 piezas. 2. Grieta de severidad baja con una división de 6 a 8 piezas. 3. Grieta de severidad media con una división de 4 a 5 piezas.
	Medio Se define por la severidad de la grieta y número de piezas en que se divide la losa. Se tienen tres casos particulares para este nivel: 1. Grieta de severidad baja con una división más de 8 piezas. 2. Grieta de severidad medio con una división de 6 a 8 piezas. 3. Grieta de severidad alta con una división de 4 a 5 piezas.
	Alto Se define por la severidad de la grieta y número de piezas en que se divide la losa. Se tienen tres casos particulares para este nivel: 1. Grieta de severidad media con una división más de 8 piezas. 2. Grieta de severidad alta con una división de 6 a 8 piezas. 3. Grieta de severidad alta con una división de más de 8 piezas.

E.1.3. Grieta de durabilidad o tipo “D”

El agrietamiento de durabilidad o tipo “D” se manifiesta como un patrón de grietas paralelas y cercanas a una junta o grieta lineal. Generalmente se puede encontrar un depósito de color oscuro alrededor de las grietas finas en forma de “D”.

Las causas que ocasionan el agrietamiento de durabilidad o tipo “D” son:

- La expansión por congelación y descongelación del agregado grueso.
- Los cambios volumétricos de los agregados que integran el concreto.

Este tipo de deterioro puede llevar a la destrucción eventual de la totalidad de la losa. En la Figura 22 de este Manual se aprecia el patrón de grietas y su proximidad a la junta.

La unidad de medición de la grieta de durabilidad o tipo “D” es por losa.

Si existe más de un nivel de severidad, la losa se cuenta como poseedora de la severidad más alta. En la Tabla 22 de este Manual se describen los niveles de severidad de este tipo de grietas.

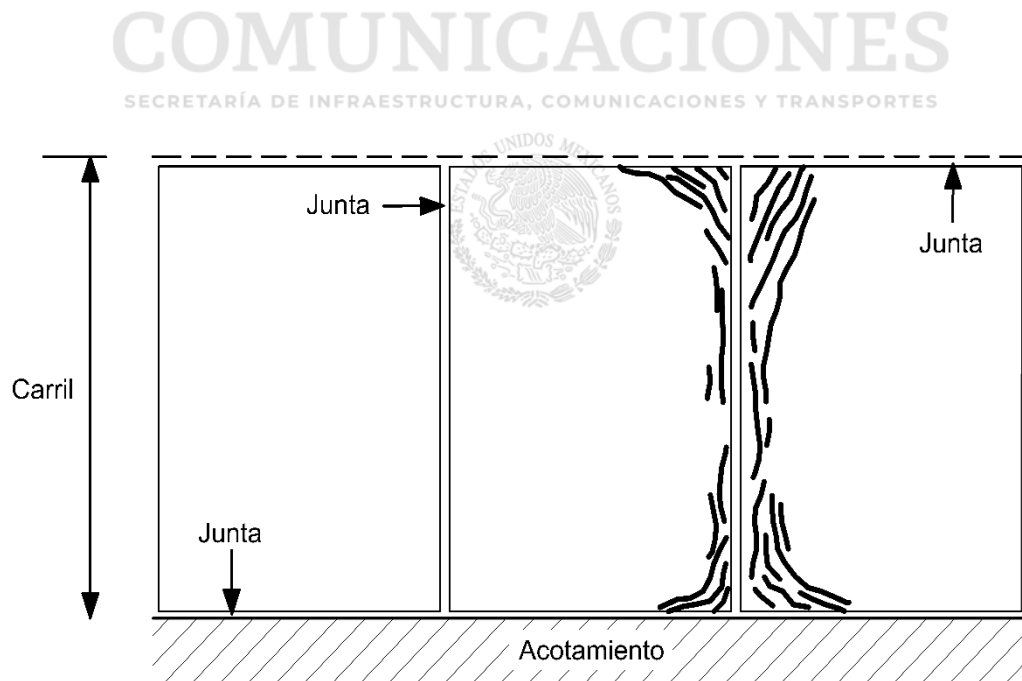
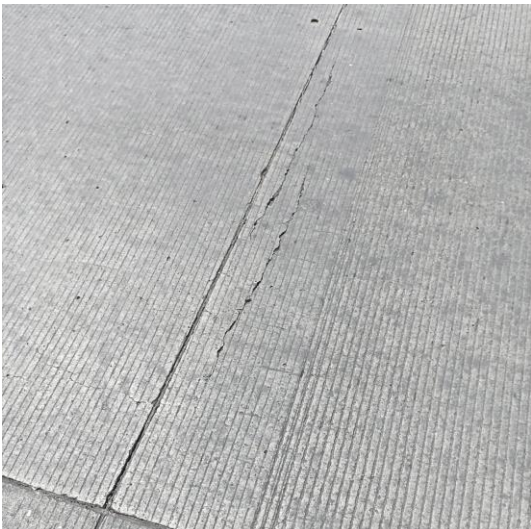


FIGURA 22.- Esquema del deterioro “grieta de durabilidad o tipo D” (vista en planta)

TABLA 22.- Niveles de severidad del deterioro “grieta de durabilidad o tipo D”

	Bajo Las grietas de durabilidad o tipo “D” cubren menos del 15 % del área de la losa. La mayoría de las grietas son estrechas y pocas piezas pueden estar sueltas o faltantes.
	Medio Existe una de las siguientes condiciones: - Las grietas de durabilidad o tipo “D” cubren menos del 15 % del área y la mayoría de las piezas están sueltas o faltantes. - Las grietas de durabilidad o tipo “D” cubren más del 15 % de la superficie y la mayoría de las grietas están apretadas, pero algunas piezas pueden estar sueltas o faltantes.
	Alto Las grietas de durabilidad o tipo “D” cubren más del 15 % del área y la mayoría de las piezas han salido o se pueden quitar fácilmente.

E.1.4. Grietas lineales

Las grietas lineales dividen la losa en dos o tres piezas y se encuentran en todo el espesor de la losa.

Las causas que ocasionan las grietas lineales son:

- Las cargas de tránsito repetidas.
- Alabeo por gradiente térmico.
- Cambios de humedad en el material de apoyo en combinación con el tránsito.

Las grietas finas que tienen sólo unos pocos centímetros de largo y no se extienden a lo largo de toda la losa se cuentan como grietas por contracción.

En el corte longitudinal de la Figura 23 de este Manual se aprecia como se encuentran en el espesor de la losa.

La unidad de medición de las grietas lineales es por metro lineal. Si las losas se encuentran divididas en cuatro o más pedazos, se cuentan como deterioro de “losa dividida”. En la Tabla 23 de este Manual se describen los niveles de severidad de este tipo de grietas.

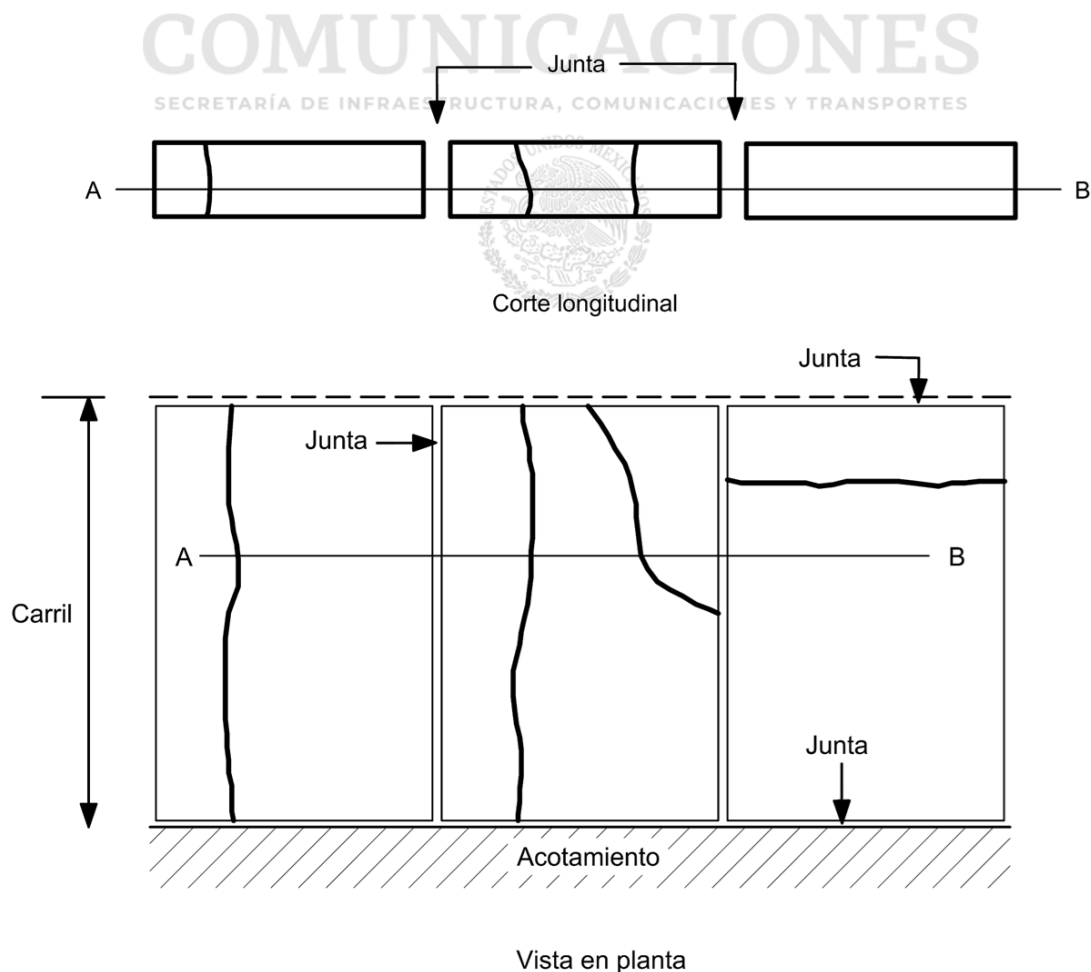


FIGURA 23.- Esquema del deterioro “grietas lineales” (longitudinales, transversales y diagonales)

TABLA 23.- Niveles de severidad del deterioro “grietas lineales”

	Bajo Grietas no selladas de hasta 3 mm de ancho o grietas selladas de cualquier ancho con el sello en condiciones satisfactorias.
	Medio Existe una de las siguientes condiciones: ▪ Grietas selladas con un ancho mayor a 3 mm y hasta 19 mm. ▪ Grieta no sellada de hasta 19 mm con grietas menores a 3 mm de ancho. ▪ Grieta sellada de cualquier ancho con grietas menores a 3 mm de ancho.
	Alto Existe una de las siguientes condiciones: ▪ Grieta no sellada con un ancho mayor a 19 mm. ▪ Grieta sellada o no sellada de cualquier ancho con grietas mayores a 3 mm de ancho.

E.1.5. Grietas por retracción

Las grietas por retracción son grietas finas que generalmente tienen menos de 2 m de largo y no se extienden a lo largo de toda la losa.

Las grietas por retracción son causadas por un proceso inadecuado de fraguado o curado de la losa durante la construcción.

Por lo general, las grietas por retracción no se extienden a través de toda la profundidad de la losa. En la Figura 24 de este Manual se aprecia como las grietas no se extienden a lo largo de la losa.

La unidad de medición de las grietas de retracción es por losa, basta con que exista una grieta de este tipo para que sea contabilizada la losa. No hay niveles de severidad para este tipo de deterioro, en la Tabla 24 de este Manual se describe un ejemplo.

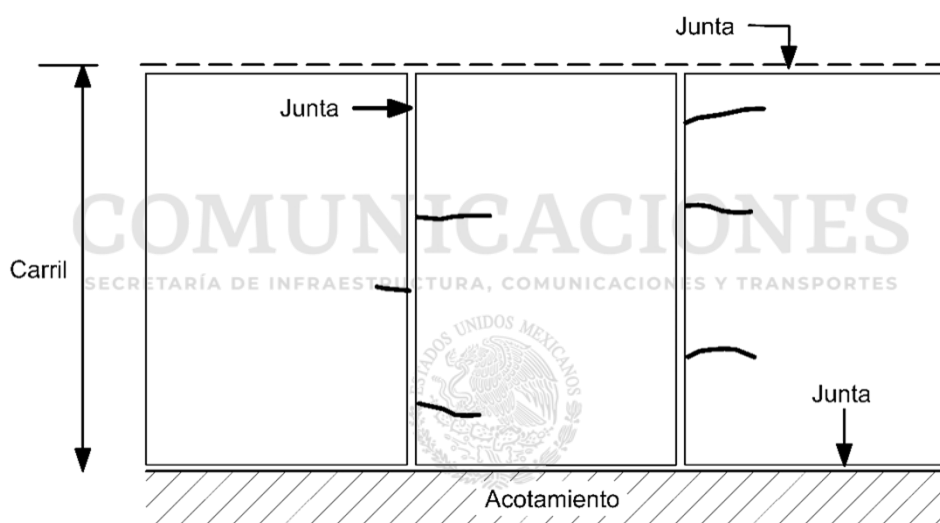


FIGURA 24.- Esquema del deterioro “grietas por retracción” (vista en planta)

TABLA 24.- Ejemplo del deterioro “grietas por retracción”

	No hay niveles de severidad
	No se definen niveles de severidad. Es suficiente indicar que las grietas por retracción están presentes.

E.2. DETERIOROS SUPERFICIALES

E.2.1. Pulimento de los agregados

Se determina la existencia de agregado pulimentado cuando en un análisis minucioso de la superficie del pavimento se encuentra que la porción de agregado que está por encima de la matriz del concreto es muy pequeña o que no hay partículas de agregado ásperas o angulares que proporcionen una buena resistencia al deslizamiento.

Este deterioro es causado por el efecto de las acciones repetidas del tránsito y por el origen geológico del agregado utilizado para la producción de la mezcla de concreto hidráulico.

La unidad de medición del pulimento de agregados es por losa. En la Figura 25 de este Manual se muestra la representación del deterioro. No hay niveles de severidad para este tipo de deterioro, en la Tabla 25 de este Manual se describe un ejemplo.

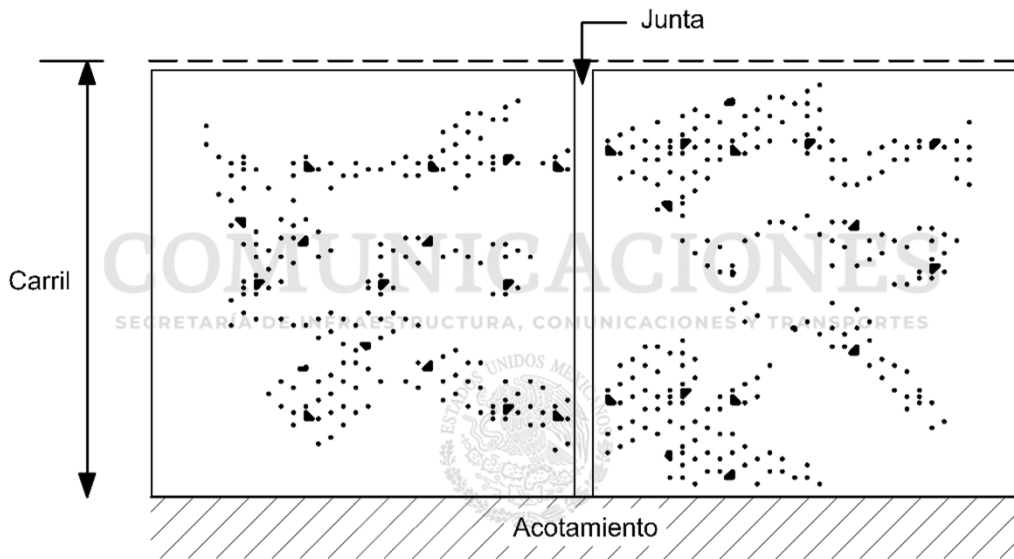


FIGURA 25.- Esquema del deterioro “pulimento de los agregados” (vista en planta)

TABLA 25.- Ejemplo del deterioro “pulimento de los agregados”

	No hay niveles de severidad
	No se definen niveles de severidad, sin embargo, el porcentaje de la superficie de losa con pulimento se presentará a lo largo de la rodada para que sea incluido como deterioro.

E.2.2. Desprendimientos

El desprendimiento (palomeo) es una pequeña pieza de pavimento que se desprende de la superficie y deja una cavidad en la losa.

Este deterioro es causado por:

- La acción de congelación y descongelación, combinada con agregados expansivos.
- La existencia de contaminación del agregado durante la producción del concreto.

Las cavidades superficiales que se forman suelen tener un diámetro aproximado de 25 mm a 100 mm y una profundidad entre 13 mm y 40 mm. En la Figura 26 de este Manual se representan las cavidades superficiales sobre pavimento rígido.

La unidad de medición es por losa. No hay niveles de severidad para este tipo de deterioro, en la Tabla 26 de este Manual se describe un ejemplo.

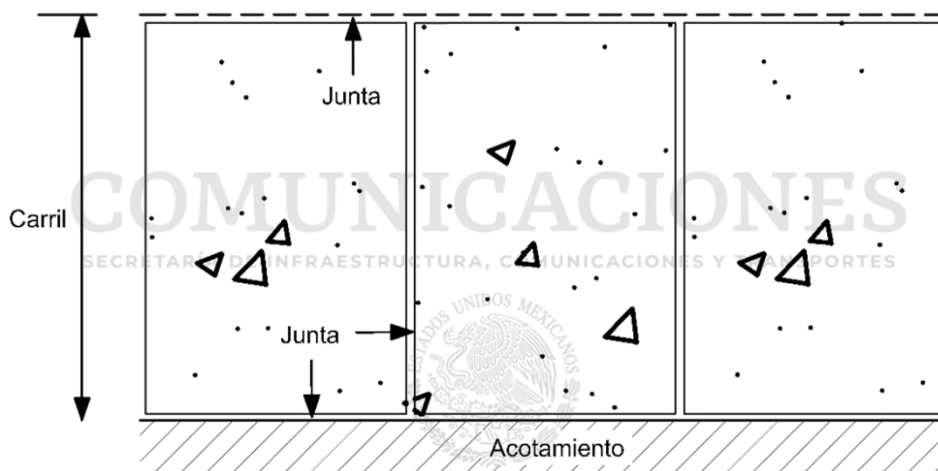


FIGURA 26.- Esquema del deterioro “desprendimientos” (vista en planta)

TABLA 26.- Ejemplo del deterioro “desprendimientos”

	No hay nivel de severidad
	No se definen niveles de severidad, sin embargo, para que esto se considere un deterioro, contará al menos con tres palomeos por metro cuadrado, en la superficie de la losa.

E.2.3. Escamado

El escamado (mapa de agrietamiento) se refiere a una red de grietas superficiales, finas y delgadas que se extienden sólo a través de la superficie del concreto. Las grietas tienden a intersecarse en ángulos de aproximadamente 120°.

El escamado es causado por:

- Un acabado excesivo del concreto.
- Sales descongelantes.
- Ciclos de congelación y descongelación.
- Agregados deficientes.

El escamado puede conducir al desprendimiento del agregado en la superficie, que es la ruptura de la superficie de la losa a una profundidad de aproximadamente 6 mm a 13 mm.

En la Figura 27 de este Manual se aprecia el patrón que sigue este deterioro y como se va extendiendo en la losa.

Su unidad de medición es por losa. En la Tabla 27 de este Manual se describen los niveles de severidad de este tipo de deterioro.

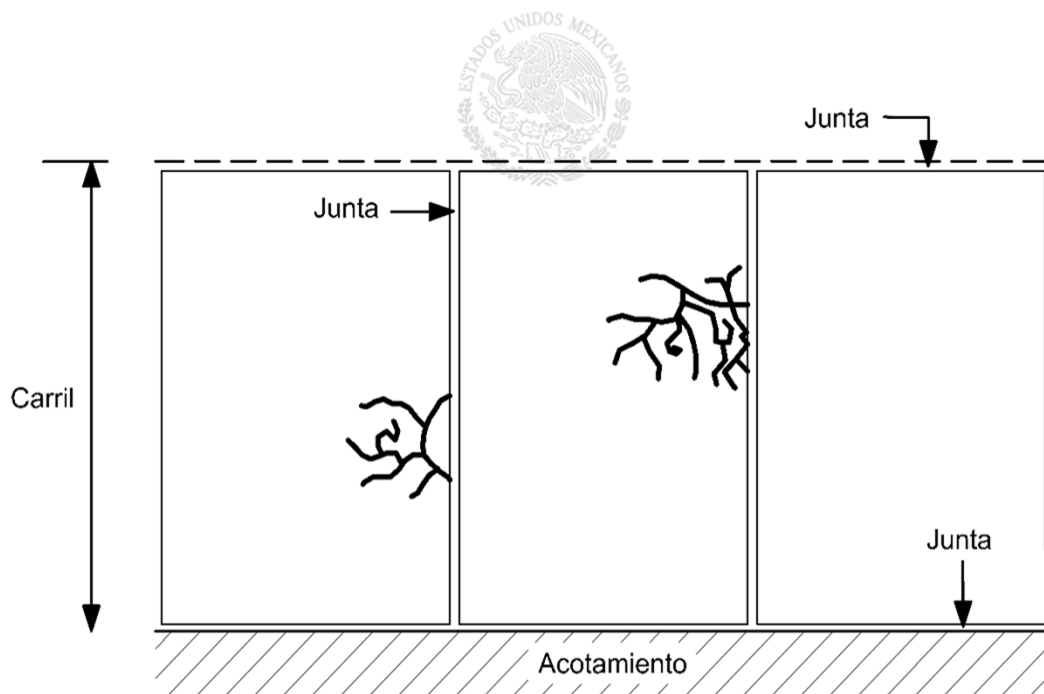


FIGURA 27.- Esquema del deterioro “escamado” (vista en planta)

TABLA 27.- Niveles de severidad del deterioro “escamado”

	Bajo La superficie de la losa está en buenas condiciones, con sólo pequeñas escamas presentes. Se contabilizará únicamente si el desprendimiento potencial del agregado en la superficie es inminente o se han separado pocas escamas.
	Medio La superficie de la losa está dañada (escamada) en hasta el 15 %.
	Alto La superficie de la losa está dañada (escamada) en más del 15 %.

E.3. DETERIOROS EN JUNTAS

E.3.1. Daño en el sello de la junta

Un sello de juntas con flexibilidad y adherencia a los bordes de las losas, protege las juntas de la acumulación de materiales incompresibles y evita que el agua se filtre y dañe las capas de apoyo de la losa.

El daño en el sello de la junta es alguna condición que permita cualquiera de los siguientes dos fenómenos:

- Acumulación de materiales incompresibles en las juntas que evitan que la losa se expanda libremente.
- La mala condición del sello permite la infiltración de una cantidad significativa de agua y favorece el bombeo de finos.

En la Figura 28 de este Manual se muestra un esquema del deterioro y como se evita que las losas se expandan libremente.

El deterioro en el sello de juntas es causado por: desprendimiento del sello, extrusión del sello, falta o ausencia de sello en la junta, crecimiento de vegetación, endurecimiento del sello (oxidación) o pérdida de adherencia a los bordes de la losa.

La unidad de medición del daño en el sello de junta es por losa. En la Tabla 28 de este Manual se describen los niveles de severidad de este tipo de deterioro.

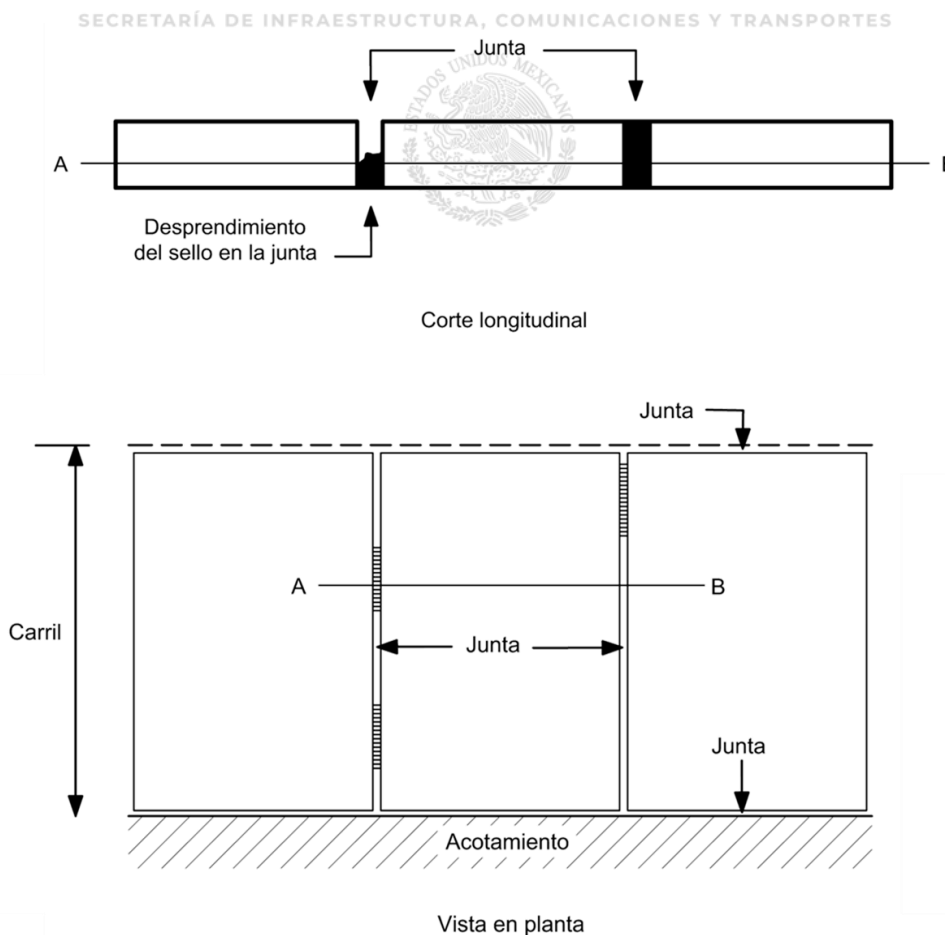


FIGURA 28.- Esquema del deterioro “daño en el sello de la junta”

TABLA 28.- Niveles de severidad del deterioro “daño en el sello de la junta”

	Bajo El sello de juntas está en buenas condiciones en general en toda la sección. El sellador está funcionando bien, sólo con daños menores y aún está en contacto con la junta, aunque no esté adherido. Esta condición existe si se puede insertar un objeto punzocortante entre el sello y la cara de la junta de la losa sin presentar resistencia.
	Medio El daño del sello de juntas es de severidad media si se tienen alguna de las siguientes condiciones: ▪ El sellador de juntas está colocado, pero es posible el acceso de agua a través de aberturas visibles de no más de 3 mm de ancho. ▪ El material de bombeo es evidente en la junta. ▪ El sellador de juntas está oxidado y ha llegado al fin de su vida útil, pero cubre el ancho de la junta. ▪ Se presenta vegetación en la junta.
	Alto El sello de juntas se encuentra en malas condiciones en toda la losa y uno o más de los tipos de daños en el sello de juntas anteriormente señalados se presentan en al menos el 10 % de las juntas de las losas; o si falta el 10 % o más del sellador.

E.3.2. Rotura de esquina

La rotura de esquina es la falla de la losa dentro de aproximadamente 0,5 m de la esquina y forma un ángulo hacia abajo para interceptar la junta. En la Figura 29 de este Manual se aprecia la forma de dicho ángulo.

La rotura de esquina es causada por:

- El efecto del tránsito sobre la losa.
- Un concreto de menor resistencia a la requerida.

No se contará como un deterioro adicional a la rotura de esquina los fragmentos de concreto de menos de 130 mm desde la grieta hasta la esquina en ambos lados.

Su unidad de medición es por losa. Si en una losa hay una o más grietas con espaciamiento con el mismo nivel de severidad, la losa se registra como una losa con rotura de esquina. Si ocurre más de un nivel de severidad, se cuenta como una losa con el mayor nivel de severidad. En la Tabla 29 de este Manual se describen los niveles de severidad de este tipo de deterioro.

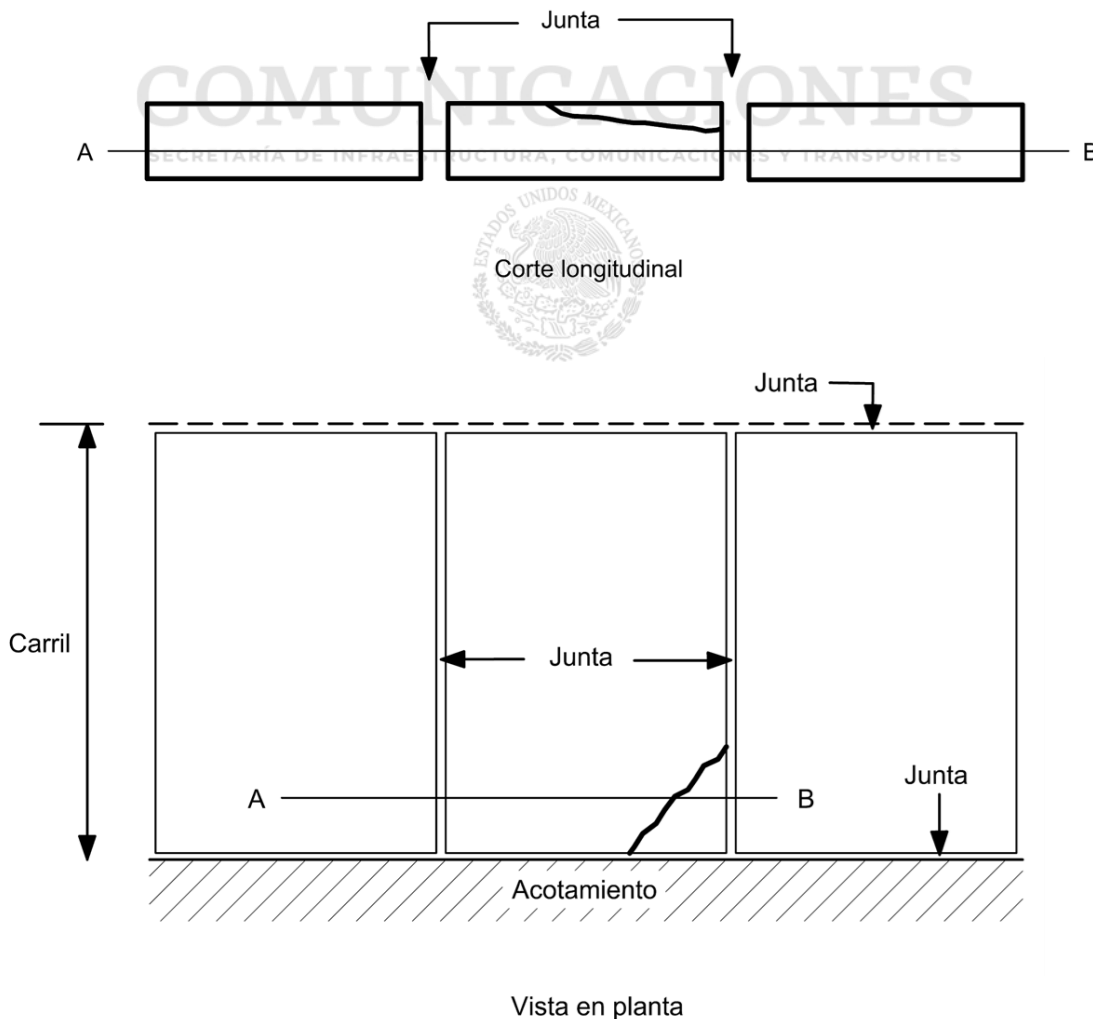


FIGURA 29.- Esquema del deterioro "rotura de esquina"

TABLA 29.- Niveles de severidad del deterioro “rotura de esquina”

	Bajo
	Dimensiones de lados de espaciamiento de hasta 130 mm x 130 mm.
	Medio
	Dimensiones de lados de espaciamiento mayores de 130 mm x 130 mm, hasta 300 mm x 300 mm.
	Alto
	Dimensiones de lados de espaciamiento mayores de 300 mm x 300 mm.

E.3.3. Rotura de borde

Es la rotura de la losa que ocurre dentro de los 0,50 m adyacentes a la junta. Generalmente no se extiende verticalmente a través de la losa, sino que intercepta la junta en ángulo. En el corte longitudinal de la Figura 30 de este Manual se aprecia lo descrito.

La rotura de borde es causada por:

- Esfuerzos excesivos en la junta causados por cargas de tránsito o por infiltración de materiales incompresibles.
- Concreto débil en la junta causado por sobretrabajo durante la construcción.
- Acumulación de agua en la junta y acción de congelación-descongelación.

Se pueden presentar las siguientes tres condiciones en las piezas separadas por la rotura de borde:

- Apretado, no se puede quitar fácilmente, tal vez falten algunas piezas.
- Suelto, se puede quitar y faltan algunas piezas; si faltan la mayoría o todas las piezas, el desconchado es poco profundo.
- Faltante, se han eliminado la mayoría de las piezas.

La unidad de medición de la rotura de borde es por losa. En la Tabla 30 de este Manual se describen los niveles de severidad de este tipo de deterioro.

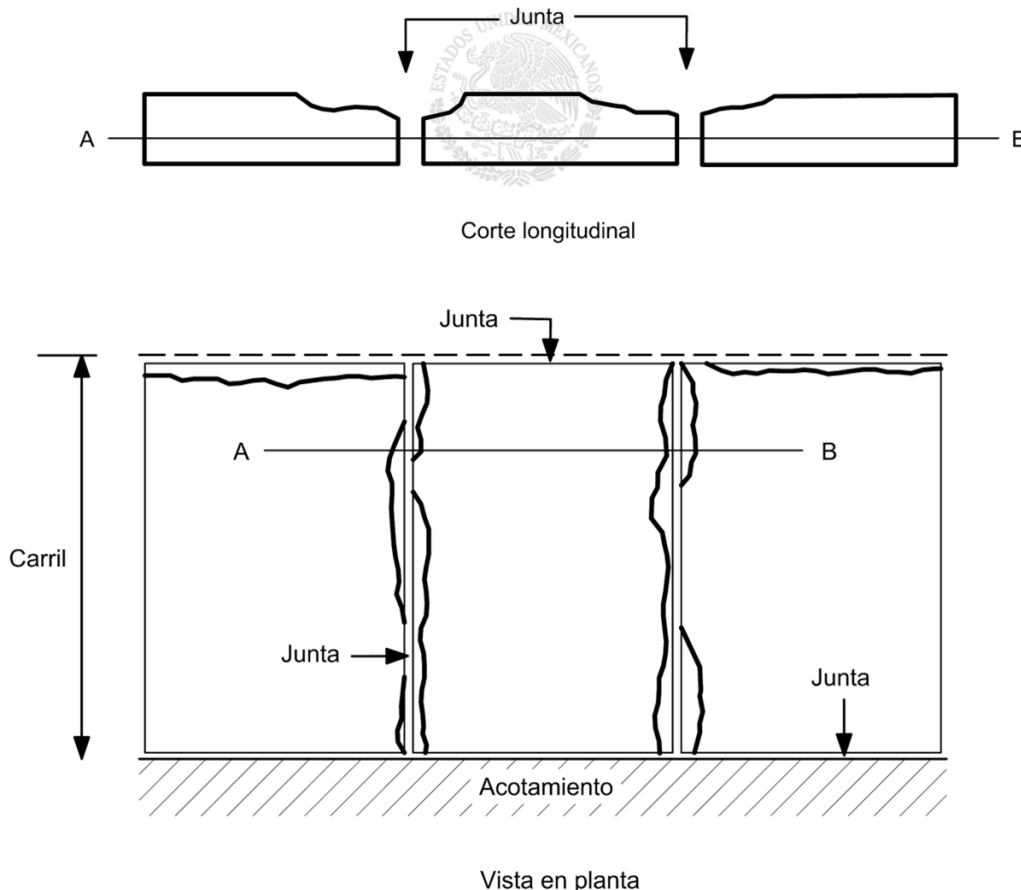


FIGURA 30.- Esquema del deterioro "rotura de borde"

TABLA 30.- Niveles de severidad del deterioro “rotura de borde”

	Bajo Se presenta alguna de las siguientes condiciones en las piezas separadas por la rotura de borde: ▪ Apretado. ▪ Suelto, cuando la longitud de desprendimiento sea de hasta 0,5 m. ▪ Faltante, cuando la longitud de desprendimiento sea de hasta 0,5 m y el ancho de desprendimiento sea de hasta 100 mm.
	Medio Se presenta alguna de las siguientes condiciones en las piezas separadas por la rotura de borde: ▪ Suelto, cuando la longitud de desprendimiento sea mayor de 0,5 m. ▪ Faltante, cuando la longitud de desprendimiento sea hasta 0,5 m y el ancho de desprendimiento sea mayor de 100 mm. ▪ Faltante, cuando la longitud de desprendimiento sea mayor de 0,5 m y el ancho de desprendimiento sea menor de 0,5 m.
	Alto Faltante, cuando la longitud de desprendimiento sea mayor de 0,5 m y el ancho de desprendimiento sea mayor de 100 mm.

E.4. VARIOS

E.4.1. Desplazamiento por alabeo

Los desplazamientos por alabeo ocurren cuando la junta transversal no cuenta con el ancho suficiente como para permitir la libre expansión de la losa, produciendo que los bordes de la losa se levanten (pandeo) o se fracturen en una fracción o a lo largo de toda la junta. En la Figura 31 de este Manual se aprecia dicho movimiento sobre los bordes de la losa.

La rotura por alabeo es causada por:

- Los climas cálidos.
- La infiltración de materiales incompresibles en la junta.
- Diseño y/o procedimiento constructivo inadecuado.

La unidad de medición de este deterioro es por losa. En la Tabla 31 de este Manual se describen los niveles de severidad de este tipo de deterioro.

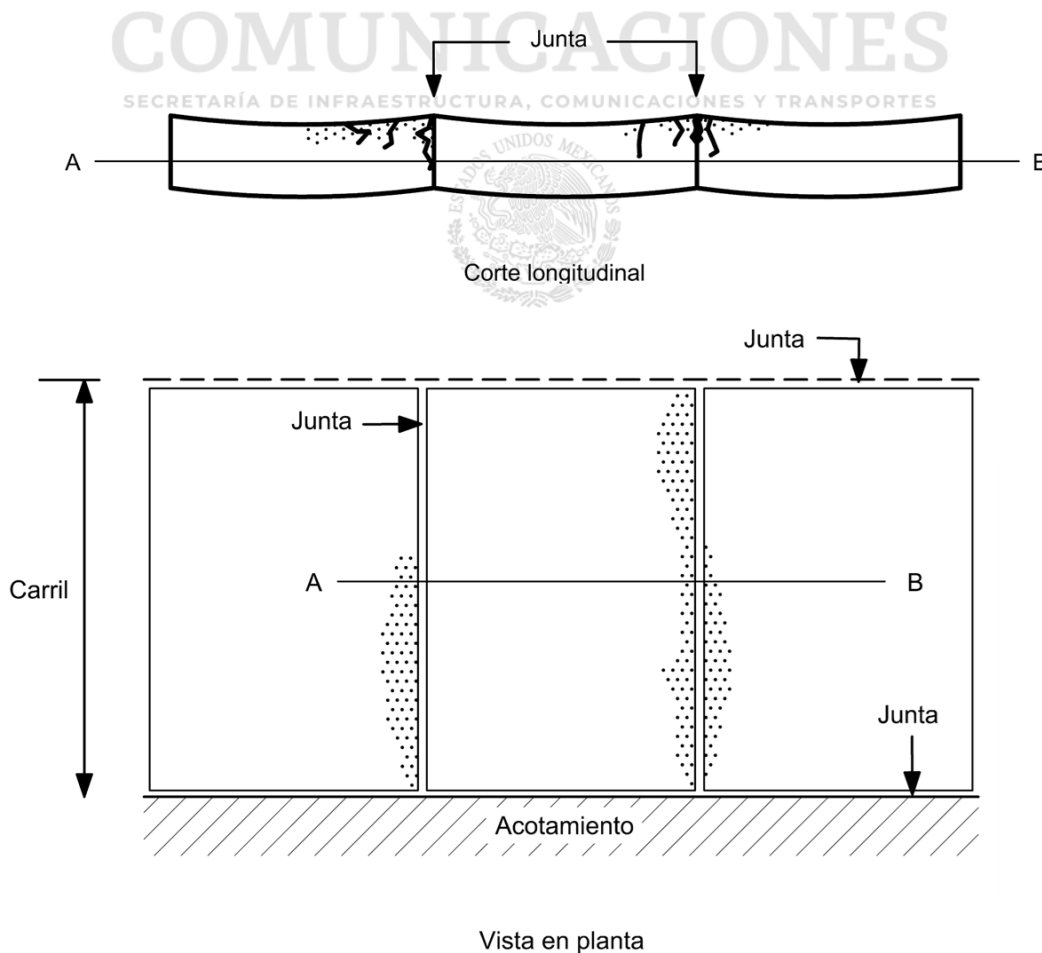


FIGURA 31.- Esquema del deterioro "desplazamiento por alabeo"

TABLA 31.- Niveles de severidad del deterioro “desplazamiento por alabeo”

	<table><tr><th>Bajo</th></tr><tr><td>Se presentan ligeros desniveles entre losas y grietas con ancho de hasta 3 mm en la vecindad de la junta.</td></tr></table>	Bajo	Se presentan ligeros desniveles entre losas y grietas con ancho de hasta 3 mm en la vecindad de la junta.
Bajo			
Se presentan ligeros desniveles entre losas y grietas con ancho de hasta 3 mm en la vecindad de la junta.			
	<table><tr><th>Medio</th></tr><tr><td>Se presentan desniveles moderados entre losas, con grietas de ancho mayor a 3 mm y hasta 19 mm en la vecindad de la junta.</td></tr></table>	Medio	Se presentan desniveles moderados entre losas, con grietas de ancho mayor a 3 mm y hasta 19 mm en la vecindad de la junta.
Medio			
Se presentan desniveles moderados entre losas, con grietas de ancho mayor a 3 mm y hasta 19 mm en la vecindad de la junta.			
	<table><tr><th>Alto</th></tr><tr><td>Se presentan desniveles severos entre losas y grietas con ancho mayor de 19 mm en la vecindad de la junta.</td></tr></table>	Alto	Se presentan desniveles severos entre losas y grietas con ancho mayor de 19 mm en la vecindad de la junta.
Alto			
Se presentan desniveles severos entre losas y grietas con ancho mayor de 19 mm en la vecindad de la junta.			

E.4.2. Escalonamiento

El escalonamiento es la diferencia de elevación entre dos losas adyacentes a través de una junta, así como la falta de cuña de sobreancho. En el corte longitudinal de la Figura 32 de este Manual se observa dicho desnivel.

El escalonamiento es causado por:

- Asentamiento por un terreno de cimentación de baja resistencia.
- Bombeo o erosión de material debajo de la losa.
- Presencia de humedad en las capas inferiores a la losa.
- Erosión de la cuña de sobreancho.

La unidad de medición del escalonamiento es por losa. El escalonamiento a través de una junta se cuenta como una losa. Los escalonamientos a través de una grieta no se cuentan como deterioro, pero se consideran para definir la severidad de las grietas. En la Tabla 32 de este Manual se describen los niveles de severidad de este tipo de deterioro.

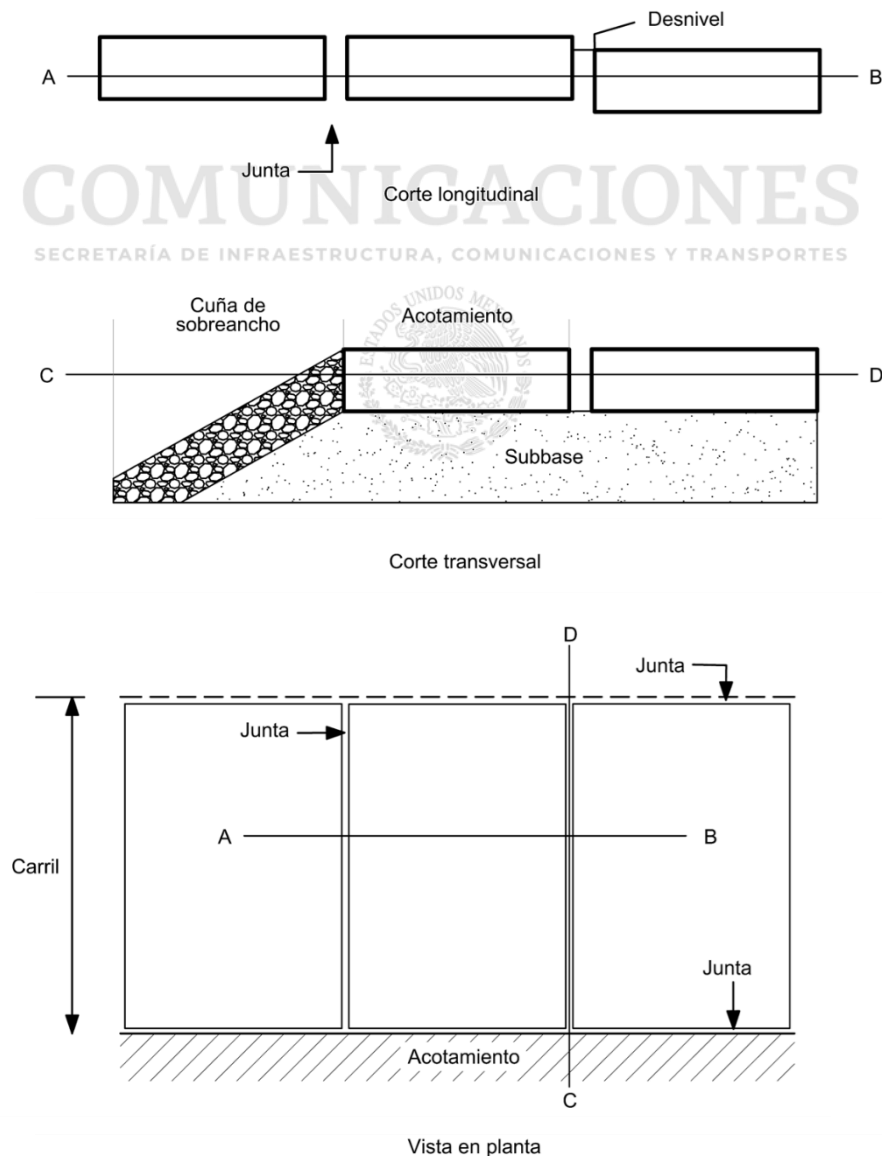


FIGURA 32.- Esquema del deterioro "escalonamiento"

TABLA 32.- Niveles de severidad del deterioro “escalonamiento”

	Bajo
	Diferencia de elevación entre losas mayor de 3 mm y hasta 10 mm.
	Medio
	Diferencia de elevación entre losas mayor de 10 mm y hasta 20 mm.
	Alto
	Diferencia de elevación entre losas mayor de 20 mm.

E.4.3. Bache reparado

Es la reposición parcial de la losa de concreto hidráulico del pavimento (con un material nuevo de concreto hidráulico o asfáltico), que presentó deterioros como roturas, punzonamientos, etc.

El bache reparado es causado por:

- Existencia de deterioros previos que fueron incrementando su severidad al grado que esa área requirió ser sustituida para no poner en riesgo la seguridad de los usuarios de la carretera, así como para evitar la evolución del deterioro y daño estructural en el pavimento.
- La necesidad de hacer instalaciones subterráneas debajo de un pavimento ya construido.

El bache reparado es considerado un deterioro. En la Figura 33 de este Manual se puede observar que, sin importar el tamaño o ubicación, éstos tienen formas regulares. La unidad de medición de un bache reparado es por losa.

Ningún otro deterioro se registrará dentro de un bache reparado, sin embargo, el daño se considera para determinar el nivel de severidad. Si una sola losa tiene más de un nivel de severidad, se registra el mayor. En la Tabla 33 de este Manual se describen los niveles de severidad de este tipo de deterioro.

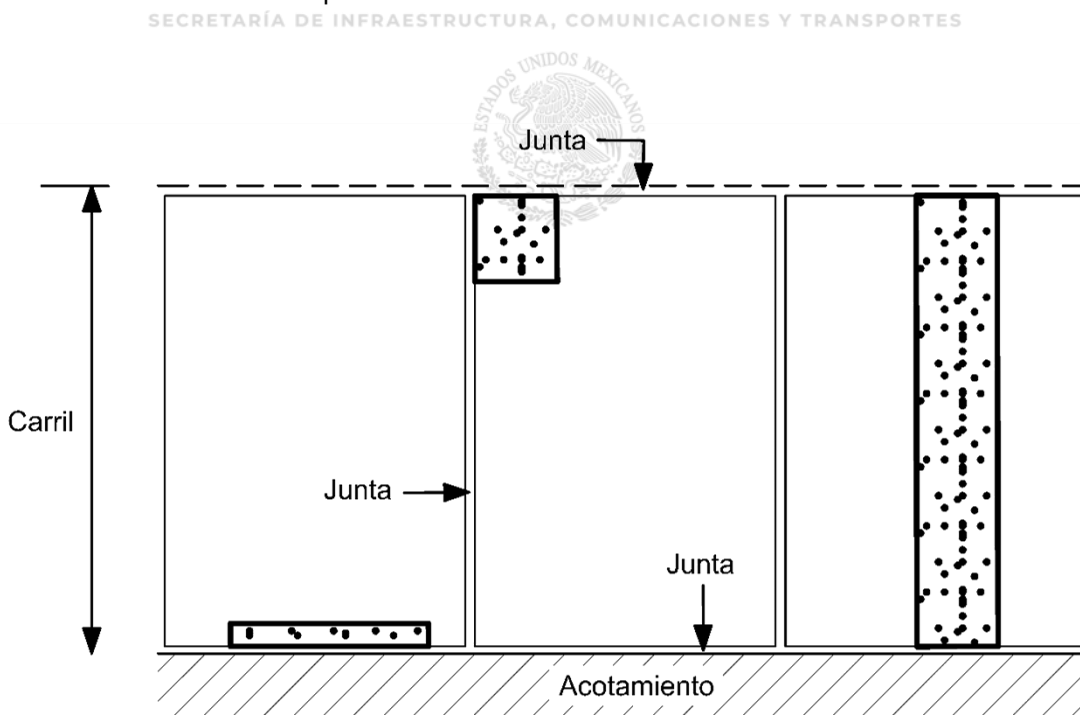


FIGURA 33.- Esquema del deterioro “bache reparado” (vista en planta)

TABLA 33.- Niveles de severidad del deterioro “bache reparado”

	Bajo Presenta algunos o ningún deterioro en su interior, que no interfieren con su funcionamiento.
	Medio Presenta deterioros moderados o se puede ver un desconchado moderado alrededor de los bordes, o ambos. El material del bache reparado puede desprenderse con el paso de los vehículos.
	Alto El bache reparado se encuentra muy deteriorado. El material del bache reparado puede desprenderse con facilidad y representan un riesgo para el usuario.

E.4.4. Bombeo

El bombeo es la expulsión de material fino de la base o subrasante del pavimento rígido hacia la superficie de la losa a través de juntas o grietas. En la Figura 34 de este Manual se observa la expulsión de material fino en la junta y grieta.

El bombeo es causado por la acción combinada de los siguientes tres factores:

- Sellador de juntas deficiente.
- La infiltración de agua por las grietas o juntas de la losa.
- La acción del tránsito de los vehículos.

El bombeo de una junta entre dos losas se contabiliza como dos losas. Si las juntas restantes alrededor de la losa tienen bombeo, se agrega una losa por junta adicional con bombeo. No hay niveles de severidad para este tipo de deterioro, en la Tabla 34 de este Manual se describe un ejemplo.

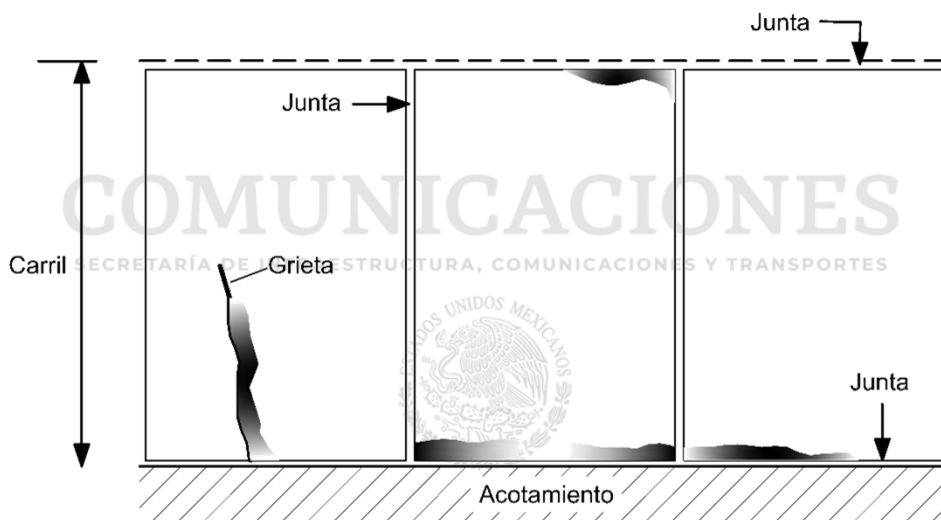


FIGURA 34.- Esquema del deterioro “bombeo” (vista en planta)

TABLA 34.- Ejemplo del deterioro “bombeo”

	No hay niveles de severidad
	No se definen niveles de severidad. Es suficiente indicar que el bombeo existe.

E.4.5. Punzonamiento

El punzonamiento es un área localizada de la losa que se rompe en varios fragmentos, puede tomar diferentes formas, pero generalmente se define por una grieta conectada por lo menos a una junta. La distancia entre la junta y la grieta o dos grietas es menor o igual a 1,5 m. En la Figura 35 de este Manual se aprecia este tipo de deterioro.

El punzonamiento es causado por:

- La acción repetida de las cargas de tránsito.
- Un espesor insuficiente de la losa.
- Pérdida de soporte de la losa.
- Un concreto de calidad deficiente en una zona localizada de la losa.

La unidad de medición del punzonamiento es por losa. Si la losa tiene dos o más punzonamientos, se reporta sólo aquel que presente el mayor nivel de severidad. En la Tabla 35 de este Manual se describen los niveles de severidad de este tipo de deterioro.

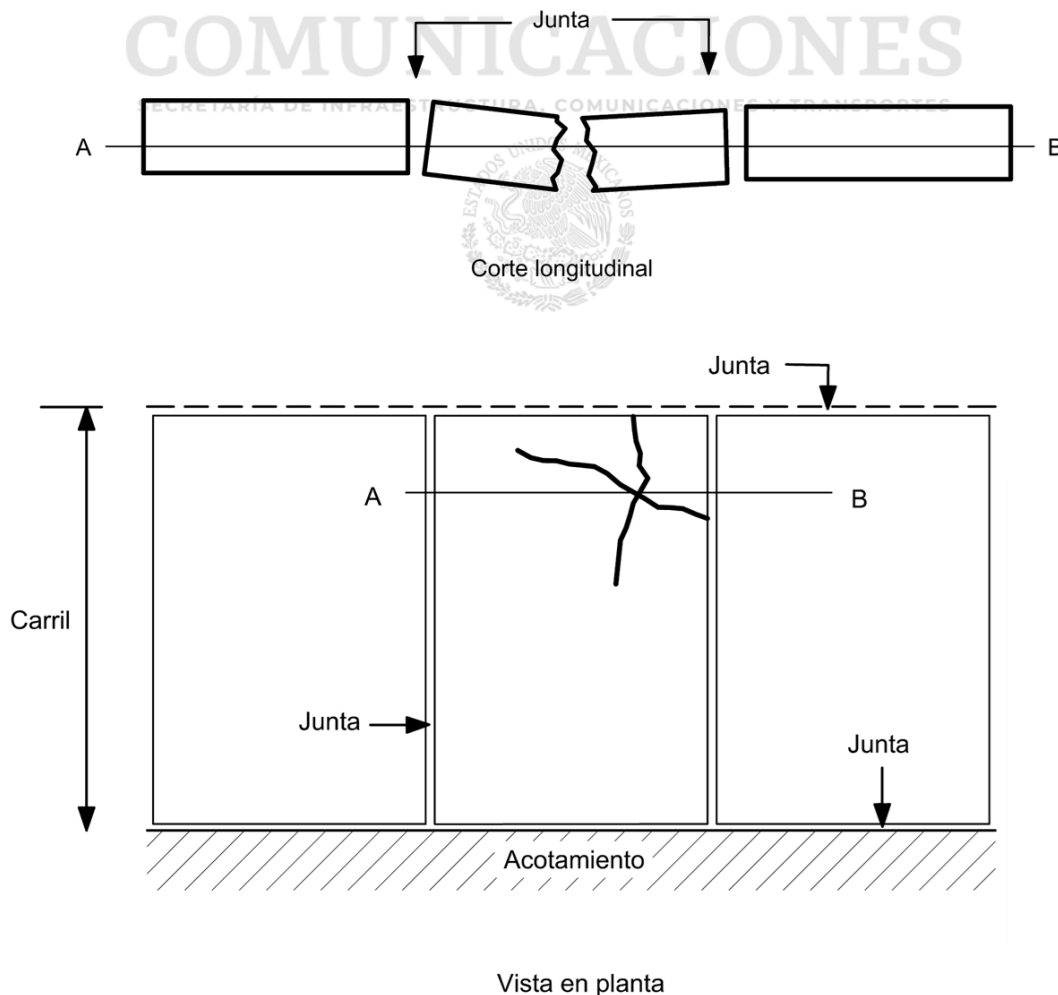


FIGURA 35.- Esquema del deterioro "punzonamiento"

TABLA 35.- Niveles de severidad del deterioro “punzonamiento”

	Bajo La losa está dividida hasta en 5 piezas por grietas de hasta 3 mm de ancho que en su mayoría sean no selladas, o grietas selladas de cualquier ancho con el sello en condiciones satisfactorias. La losa está dividida hasta en 3 piezas por grietas mayores a 3 mm y hasta 19 mm que en su mayoría sean no selladas, o grietas selladas de cualquier ancho.
	Medio La losa está dividida en más de 5 piezas por grietas de hasta 3 mm de ancho que en su mayoría sean no selladas, o grietas selladas de cualquier ancho con el sello en condiciones satisfactorias. La losa está dividida de 4 hasta 5 piezas por grietas mayores a 3 mm y hasta 19 mm que en su mayoría sean no selladas, o grietas selladas de cualquier ancho. La losa está dividida hasta en 3 piezas por grietas con un ancho mayor a 19 mm que en su mayoría sean no selladas, o grietas con sellado deficiente de cualquier ancho.
	Alto La losa está dividida en más de 5 piezas por grietas mayores a 3 mm y hasta 19 mm que en su mayoría sean no selladas, o grietas selladas de cualquier ancho. La losa está dividida en más de 3 piezas por grietas con un ancho mayor a 19 mm que en su mayoría sean no selladas, o grietas con sellado deficiente de cualquier ancho.

F. FORMATOS

El evaluador utilizará para el levantamiento en campo de los deterioros y para el informe técnico de deterioros, los formatos presentados en las tablas 36 a 39 de este Manual, según el tipo de pavimento del área que está siendo analizada. Se recomienda capturar previamente la información del proyecto para agilizar el trabajo en campo.

F.1. FORMATOS DE LEVANTAMIENTO EN CAMPO

Para el llenado de los formatos de levantamiento en campo de deterioros indicados en la Tabla 36 y Tabla 37 de este Manual, de acuerdo con el tipo de pavimento, se seguirán las siguientes instrucciones:

- F.1.1.** Código: una vez que el evaluador ha identificado el deterioro, lo registrará de acuerdo con los códigos contenidos en el formato.
- F.1.2.** Severidad: identificará su nivel de severidad utilizando las claves “A” para una severidad alta, “M” para una severidad media y “B” para una severidad baja. Por ejemplo, un deterioro en pavimento flexible con código “1” y severidad “B” significará un agrietamiento por fatiga con severidad baja.
- F.1.3.** Cantidad: se indicarán las dimensiones del deterioro, dependiendo de la unidad de medida utilizada, ya sea m², m, losa o simplemente indicar su presencia.
- F.1.4.** Total: hace referencia a la suma de los deterioros identificados por código.
- F.1.5.** %: representa la proporción que el deterioro tiene en relación con el área analizada.
- F.1.6.** Observaciones: espacio destinado para que el evaluador registre anotaciones, que servirán de apoyo para trabajos posteriores en gabinete.

F.2. FORMATOS DEL INFORME TÉCNICO DE DETERIOROS

Para el llenado de los formatos del informe técnico de deterioros indicados en la Tabla 38 y Tabla 39 de este Manual, de acuerdo con el tipo de pavimento, se seguirán las siguientes instrucciones:

- F.2.1.** En el formato se enlistarán los deterioros y se registrará el total encontrado en ese segmento, según la columna que le corresponda.
- F.2.2.** Deterioro de mayor incidencia en el km: se registrará el deterioro que de acuerdo con la fila se repita más, en el intervalo de kilometraje previamente señalado.
- F.2.3.** Área total con deterioro: sumatoria de los valores registrados por fila en m².
- F.2.4.** % de área afectada: considera el área total con deterioros con respecto al área total a analizar.
- F.2.5.** Observaciones: espacio destinado para que el evaluador registre anotaciones, que servirán de apoyo para trabajos posteriores en gabinete.

[illegible]

[1]	Tipo de carretera: ET, A, B, C, D y E.
[2]	Sentido de circulación: "A" sentido en el que crece el kilometraje y "B" sentido en el que decrece el kilometraje.
[3]	Carril: se numerarán consecutivamente, iniciando con el número "1" para el carril interior o de alta velocidad.
[4]	Tipo de sección: terraplén y corte.
[5]	Tipo de terreno: plano, lomerío y montañoso.
[6]	Código: Número del deterioro.
[7]	Nivel de severidad: "A" alta, "M" media y "B" baja.

 **COMUNICACIONES**
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

- [1] Tipo de carretera: ET, A, B, C, D y E.
- [2] Sentido de circulación: "A" sentido en el que crece el kilometraje y "B" sentido en el que decrece el kilometraje.
- [3] Carril: se numerarán consecutivamente, iniciando con el número "1" para el carril interior o de alta velocidad.
- [4] Tipo de sección: terraplén y corte.
- [5] Tipo de terreno: plano, lomerío y montañoso.

F.3. FORMATOS REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE DETERIOROS

Una vez que el evaluador registró los deterioros en campo y están incluidos en el formato de levantamiento en campo para pavimentos (formato 1 y 2) y formato del informe técnico de deterioros para pavimentos (formato 3 y 4), según corresponda, lo siguiente es presentarlos de manera visual. Para ello, se hace uso del formato representación gráfica de deterioros para pavimentos (formato 5).

F.3.1. La información que contiene la solapa del plano (formato 5) será la siguiente:

- Unidad administrativa o empresa: espacio para incluir nombre y logo de la empresa.
- Croquis: su función es proporcionar un respaldo visual al evaluador, permitiéndole agregar referencias del sitio para una identificación más precisa de los deterioros en el registro.
- Simbología: tabla de deterioros simplificados, con código de deterioro y nombre. La simbología de los deterioros en pavimentos flexibles y rígidos se muestra en la Tabla 42 y Tabla 43 de este Manual, respectivamente.
- Severidad: baja, media o alta, representados con colores verde, naranja y rojo respectivamente, como se indica en la Tabla 40 de este Manual.

TABLA 40.- Colores para la representación gráfica de la severidad del deterioro

Severidad	
	Baja
	Media
	Alta

- Nombre del evaluador.
- Nombre de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes.
- Nombre del proyecto.
- Kilometraje de inicio y final de la sección a analizar.
- Carretera.
- Tipo de carretera: ET, A, B, C, D o E.
- Sentido de circulación: identificado mediante las letras "A" o "B". El sentido de circulación en el que crece el kilometraje se indicará con la letra "A", mientras que el sentido de circulación en el que el kilometraje decrece se indicará con la letra "B".

- Carril de circulación: se numerarán consecutivamente, iniciando con el número “1” para el carril interior o de alta velocidad. En el caso de tramos con un solo carril por sentido, invariablemente se hará referencia a los carriles con el número “1”. Por ejemplo, para hacer referencia al carril de baja velocidad de un tramo de tres carriles por sentido, en el sentido en el que el kilometraje decrece, se utilizará la denominación “B3”.
- Tipo de sección: terraplén o corte.
- Tipo de terreno: plano, lomerío o montañoso.
- Códigos de deterioros: se presenta la lista de los diferentes deterioros correspondientes para cada tipo de pavimento, con su formato específico.
- Fecha en que se realizó el levantamiento en campo.
- Número de plano al que pertenece, en caso de que fuera más de uno.
- Carril y su kilometraje: dentro de esta área se ubicarán los símbolos de los deterioros enlistados en la Tabla 42 y Tabla 43 de este Manual, con su respectivo color por severidad.

F.3.2. Se propone un seccionamiento del carril a cada 100 y 20 m, como referencia para facilitar la ubicación de los deterioros.

F.3.3. Al ser una representación de los deterioros por carril, la ubicación únicamente es representativa y no se tomará como una ubicación exacta del deterioro.

F.3.4. Si en un kilometraje existiera más de un deterioro, éstos se enlistarán de manera vertical, para evitar sobreponer la información, haciendo su lectura y ubicación más clara. Por ejemplo, si en una sección del km 0+865 al km 0+990 se presenta un agrietamiento por fatiga (código de deterioro “1”), con una severidad alta (representada en color rojo) y a su vez, en el km 0+880 se presenta una grieta parabólica por deslizamiento (código de deterioro “6”), con una severidad media (representada en color naranja); para evitar que estos dos deterioros se empalmen, se colocan alineados a su kilometraje correspondiente, de manera vertical, formando una nueva fila.

TABLA 41.- Formato representación gráfica de deterioros para pavimentos (formato 5)

UNIDAD ADMINISTRATIVA/ EMPRESA		CHAVE		LEYENDA		NÚMERO DE SECCIONES		REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS		NÚMERO DE HOJA - DE HOJA	
				SECCIONES SECCIONES DE 100 METROS LINEALES SECCIONES DE 500 METROS LINEALES		SECCIONES SECCIONES DE 100 METROS LINEALES SECCIONES DE 500 METROS LINEALES		SECCIONES SECCIONES DE 100 METROS LINEALES SECCIONES DE 500 METROS LINEALES		SECCIONES SECCIONES DE 100 METROS LINEALES SECCIONES DE 500 METROS LINEALES	

TABLA 42.- Deterioros de pavimento flexible

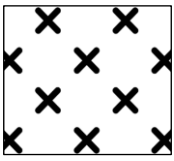
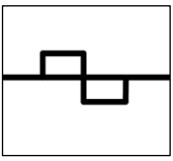
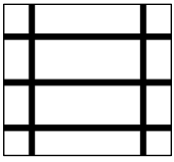
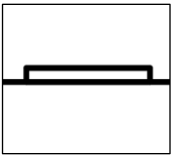
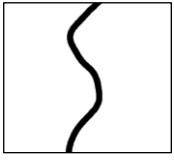
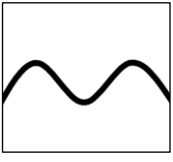
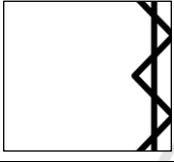
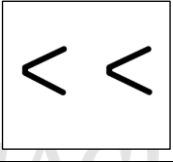
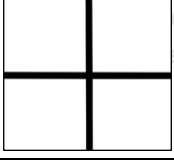
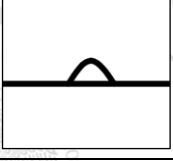
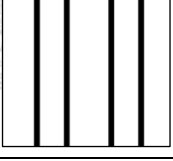
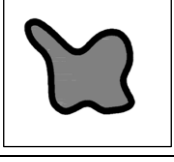
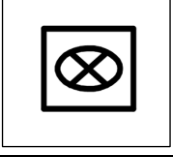
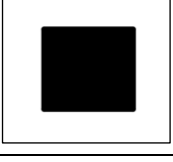
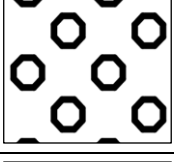
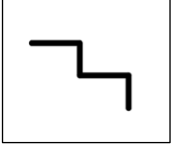
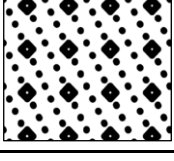
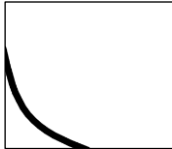
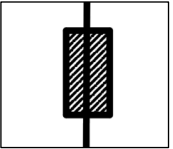
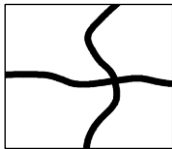
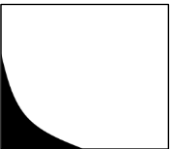
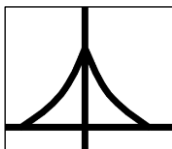
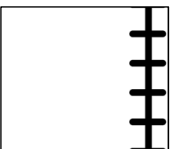
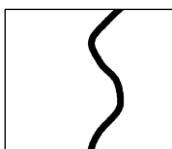
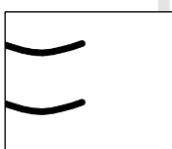
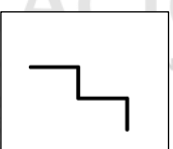
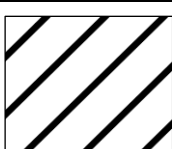
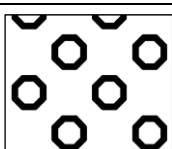
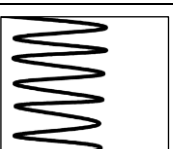
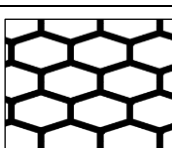
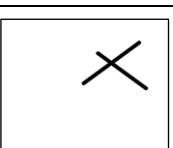
	1. Agrietamiento por fatiga (m ²)		11. Asentamientos (m ²)
	2. Agrietamiento en bloque (m ²)		12. Hundimientos transversales (m ²)
	3. Grietas aisladas (m)		13. Ondulaciones (m ²)
	4. Grieta de borde (m)		14. Desplazamiento (m ²)
	5. Grieta de reflexión de junta de losas de concreto hidráulico (m)		15. Abultamientos (m ²)
	6. Grieta parabólica por deslizamiento (m ²)		16. Roderas (m ²)
	7. Exudación (m ²)		17. Baches (m ²)
	8. Pulimiento de agregados (m ²)		18. Baches reparados (m ²)
	9. Desprendimiento de agregados e indentación (m ²)		19. Desnivel entre carril y acotamiento (m)
	10. Intemperismo (m ²)		

TABLA 43.- Deterioros de pavimento rígido

	20. Grieta de esquina (losa)		28. Daño en el sello de la junta (losa)
	21. Losa dividida (losa)		29. Rotura de esquina (losa)
	22. Grieta de durabilidad o tipo "D" (losa)		30. Rotura de borde (losa)
	23. Grietas lineales (m)		31. Desplazamiento por alabeo (losa)
	24. Grietas por retracción (losa)		32. Escalonamiento (losa)
	25. Pulimiento de los agregados (losa)		33. Bache reparado (losa)
	26. Desprendimientos (losa)		34. Bombeo (losa)
	27. Escamado (losa)		35. Punzonamiento (losa)

G. BIBLIOGRAFÍA

Dirección General de Servicios Técnicos (2014). *Guía de procedimientos y técnicas para la conservación de carreteras en México*. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. México.

Instituto Mexicano del Transporte (1991). *Catálogo de Deterioros en Pavimentos Flexibles de Carreteras Mexicana*. Publicación Técnica N°21. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. México.

Federal Highway Administration (2014). *Distress Identification Manual for The Long-Term Pavement Performance Program*.

Dirección General de Servicios Técnicos (2018). *Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras*. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Tercera edición. México.

American Society for Testing and Materials (2023). ASTM D6433-23, *Standard Practice for Road and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys*.

COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

Dirección General de Servicios Técnicos

Av. Coyoacán 1895

Col. Acacias, Benito Juárez, 03240

Ciudad de México

www.gob.mx/sct