



Construcción

ADAPTACIÓN



ITEM #  
**1**

## MEJORAMIENTO DE LAS CONDICIONES DE TALUDES FRENTE A LA OCURRENCIA DE EVENTOS EXTREMOS ASOCIADOS AL CLIMA.

### Objetivo

Mejorar las condiciones del talud frente a la ocurrencia de eventos extremos asociados al clima.

### Descripción

La estabilidad de los cortes y rellenos de las carreteras se ve afectada directamente por las características de los materiales en los que se construyen; a su vez, las características mecánicas de estos materiales están influenciadas por su grado de saturación, las presiones debidas a las infiltraciones, la temperatura y otros agentes relacionados con el clima, siendo el agua el que mayores riesgos puede generar.

Por otro lado, el efecto higrométrico sobre las características de los materiales hace necesario aumentar el control sobre el agua superficial e infiltrada en las carreteras a construir. De esta forma, se podrá anticipar a efectos negativos que la variabilidad y cambio climáticos que se pueden producir en las vías existentes.

En los nuevos diseños, ya se trate de nueva infraestructura o modificaciones de las existentes, se deben tomar las medidas necesarias para que la estabilidad de cortes, rellenos, muros, cimentaciones de estructuras y otros elementos quede garantizada.

Las actividades a tener en cuenta para esta medida son:

1. La consideración de los parámetros geotécnicos para el diseño de cortes, rellenos, muros, cimentaciones y otros elementos. Esta condición hace que cada vez sea más importante la realización de estudios geotécnicos y geológicos iniciales adecuados, que permitan prever las situaciones que pueden producirse durante la vida útil de la carretera.
2. Tener en cuenta la relación entre los aspectos geotécnicos y los factores asociados al drenaje.
3. En el caso de la rehabilitación de calzadas se considera pertinente generar un inventario de puntos de control frente a la aparición de grietas sobre elementos de la sección tipo, o desplazamientos de pequeñas obras, la modificación de los flujos de agua del entorno de la carretera que puede observarse en caminos, cortes, cunetas, obras de fábrica, etc., que puede ser un indicador de la variación higrométrica de los materiales, y que puede tener consecuencias sobre la estabilidad de los mismos en función de sus características geotécnicas.
4. Implementación de tendido de taludes existentes (menor inclinación), empleo de plantaciones u otros tipos de protección frente a su estabilidad superficial.
5. Implementación de muros de escollera en pie de talud de desmorte: Permiten el refuerzo del pie del talud, mejorando el comportamiento frente al agua. Pueden definirse como una acción localizada (pequeños muros) o una acción de mayor impacto, permitiendo mejorar la estabilidad global (grandes muros).



**Co-  
Beneficios**

1. Beneficios económicos y de tiempo asociados a la efectiva planeación de los proyectos teniendo en cuenta las consideraciones de clima.
2. Reducción de emergencias a futuro debidas a las consideraciones de cambio climático en los diseños y ejecución de obras. Menor costo de mantenimiento.
3. Mejora de la transitabilidad al reducir la probabilidad de cortes en la vía.

**Indicador  
propuesto**

% Superficie de talud afectada por pérdida de inclinación teórica (socavación / aterra - mientos) / superficie total de talud.

Plantaciones: estado de plantaciones (necesidad de podas, siegas, limpieza general), evolución y grado de enraizamiento, grado de adecuación a la climatología

**Fuentes**

GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS PARA LA ADAPTACIÓN DE LAS CARRETERAS AL CLIMA  
[https://www.aecarretera.com/doc/Guia-BP-adaptacion-carreteras\\_CAF.pdf](https://www.aecarretera.com/doc/Guia-BP-adaptacion-carreteras_CAF.pdf)



ITEM #  
**2**

## IMPLEMENTAR ESTRUCTURAS DE ESTABILIZACIÓN DE LADERAS.

**Objetivo**

Mejorar las condiciones de estabilidad del talud teniendo en cuenta las variables de cambio climático.

**Descripción**

Algunas condiciones particulares del terreno sumado a dinámicas climáticas cambiantes pueden generar un problema en el diseño, construcción y operación de proyectos de infraestructura vial. Entre los problemas se identifica la fractura del terreno, problemas de estabilidad de laderas por taludes de dimensiones excesivas y mayores costos de mantenimiento debido a soluciones de corte en desmontes y de rellenos en zonas en terraplén no optimizadas.

Para reducir estos efectos se deben tener en cuenta las siguientes actividades:

1. Ejecución de túneles frente a desmontes: para desmontes de altura excesiva (por ejemplo, superiores a 40 m de altura), en los que además se combinan otros factores como: geotecnia compleja frente a deslizamientos, proyecto excedentario en volúmenes de excavación frente a rellenos (balance de tierras no equilibrado), necesidad de mantenimiento de permeabilidad territorial (por factores sociales o medioambientales).
2. Ejecución de viaductos frente a terraplenes: para relleno de altura excesiva (por ejemplo, superiores a 40 m de altura), en los que además se combinan otros factores como: proyecto deficitario en aportación de material de relleno o de mala calidad, necesidad de ejecución de obras de drenaje en exceso, entre otros. A su vez, en rellenos de más de 10-12 m de altura que requieran además mejoras del cimiento (drenes hincados o columnas de grava, por ejemplo) suele resultar preferible pasar a estructura.
3. En el caso de taludes muy elevados y de difícil control se puede considerar la ejecución de un falso túnel que consiste en : excavación en desmonte, ejecución de la estructura del túnel (cimentaciones, hastiales, bóvedas y contrabóvedas), y posterior relleno de trasdoses de estructura hasta cota del terreno. Esta solución puede combinar soluciones para la estabilidad de taludes: ejecución de muros de contención intermedios para reducir volúmenes de excavación y ocupación, así como la ejecución de bermas intermedias para garantizar la estabilidad.



**Co-  
Beneficios**

1. Estas soluciones ayudan a mejorar la permeabilidad territorial y la menor afección a escorrentía superficial.
2. Reducción en costos de mantenimiento

**Indicador  
propuesto**

Relleno: m de asentamiento vertical (socavaciones puntuales o generalizadas)/altura total talud.  
Túnel (fallo estructural debido a deficiencias en fase de ejecución): caída de material en el interior del túnel (m<sup>3</sup>).

**Fuentes**

GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS PARA LA ADAPTACIÓN DE LAS CARRETERAS AL CLIMA  
[https://www.aecarretera.com/doc/Guia-BP-adaptacion-carreteras\\_CAF.pdf](https://www.aecarretera.com/doc/Guia-BP-adaptacion-carreteras_CAF.pdf)



Construcción

ADAPTACIÓN



ITEM #  
**3**

## MEJORA DE DRENAJE EN BAJANTES.

### Objetivo

Mejorar las condiciones de drenaje en los procesos de planeación vial

### Descripción

Se ha identificado como problema que las bajantes (en taludes de desmonte o espaldones de rellenos) con caudales en régimen rápido, en muchos casos cuentan con la presencia de lodos, sin una adecuada disipación de energía previa a la cuneta longitudinal, generando desbordamientos o aterramientos sobre la calzada. En este sentido, se proponen las siguientes actividades para reducir las posibles afectaciones.

1. Disposición de areneros u otros disipadores de energía en la conexión entre bajante y cuneta. Estos elementos depositan las partículas gruesas que pueda arrastrar el agua, disminuyendo la velocidad que favorece la sedimentación de partículas, generalmente por incremento de la sección en la que se ubican o por disminución de pendiente. De esta forma se evita además la sedimentación en los elementos de drenaje aguas abajo, que puede producir disminución de su capacidad hidráulica, lo que resulta particularmente importante en elementos de difícil inspección y limpieza. Si los areneros no fueran accesibles desde la plataforma, se debe proyectar accesos para los equipos de conservación.

2. Otras soluciones: reductores de velocidad en bajantes y cuencas receptores con desagüe elevado para control por almacenamiento.



**Co-  
Beneficios**

1. Permiten una adecuada transición hidráulica entre bajante y cuneta en casos de elevada velocidad, caudal y presencia de lodos y partículas de arrastre.
2. Permiten, por la sedimentación controlada, una correcta auto-limpieza de sistemas de drenaje aguas abajo.
3. Mejoran la capacidad hidráulica de la red de drenaje por menor sedimentación y aterramientos.

**Indicador  
propuesto**

Funcionamiento del drenaje. Correcto funcionamiento de la zona de sedimentación controlada, nivel de limpieza aguas arriba y aguas debajo del arenero, control de la transición hidráulica entre bajante y cuneta, evitando desbordamientos sobre calzada.

Control/conservación de arenero o disipadores de energía

**Fuentes**

GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS PARA LA ADAPTACIÓN DE LAS CARRETERAS AL CLIMA

[https://www.aecarretera.com/doc/Guia-BP-adaptacion-carreteras\\_CAF.pdf](https://www.aecarretera.com/doc/Guia-BP-adaptacion-carreteras_CAF.pdf)

**ADAPTACIÓN**



ITEM #  
**4**

**ANÁLISIS DE DINÁMICA CAUCE/ESTRUCTURA.**

**Objetivo**

Mejorar los análisis de la dinámica cauce /estructura.

**Descripción**

Mejorar las condiciones de drenaje en los procesos de planeación vial Se ha identificado como problema que las bajantes (en taludes de desmote o espaldones de rellenos) con caudales en régimen rápido, en muchos casos cuentan con la presencia de lodos, sin una adecuada disipación de energía previa a la cuneta longitudinal, generando desbordamientos o aterramientos sobre la calzada. En este sentido, se proponen las siguientes actividades para reducir las posibles afectaciones.

1. Disposición de areneros u otros disipadores de energía en la conexión entre bajante y cuneta. Estos elementos depositan las partículas gruesas que pueda arrastrar el agua, disminuyendo la velocidad que favorece la sedimentación de partículas, generalmente por incremento de la sección en la que se ubican o por disminución de pendiente. De esta forma se evita además la sedimentación en los elementos de drenaje aguas abajo, que puede producir disminución de su capacidad hidráulica, lo que resulta particularmente importante en elementos de difícil inspección y limpieza. Si los areneros no fueran accesibles desde la plataforma, se debe proyectar accesos para los equipos de conservación.

2. Otras soluciones: reductores de velocidad en bajantes y cuencas receptores con desagüe elevado para control por almacenamiento.



**Co-  
Beneficios**

1. Menores costos de implementación
2. Menor afectación ambiental por agua contaminada por tráfico (aceites, hidrocarburos) siempre que se canalice el vertido recogido.

**Indicador  
propuesto**

Mts de caces, canales, sumideros con mal funcionamiento (saturación, roturas, sin captación)/m  
totales red drenaje tablero. general), evolución y grado de enraizamiento, grado de adecuación a la climatología

**Fuentes**

GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS PARA LA ADAPTACIÓN DE LAS CARRETERAS AL CLIMA  
[https://www.aecarretera.com/doc/Guia-BP-adaptacion-carreteras\\_CAF.pdf](https://www.aecarretera.com/doc/Guia-BP-adaptacion-carreteras_CAF.pdf)

## ADAPTACIÓN



# ITEM # 5

## USO DE CUNETAS O ASFALTO PERMEABLE .

### Objetivo

Mejorar la permeabilidad ante eventos extremos de precipitación.

### Descripción

Los pavimentos permeables forman parte del conjunto de medidas que pueden llevarse a cabo para atender criterios de sustentabilidad ambiental en materia de construcción de infraestructura para el transporte, en particular los relacionados con la conservación, el aprovechamiento y manejo de las aguas de lluvia. El objetivo de estos sistemas es generar zonas donde el agua se infiltre o se almacene y se amortigüe la cantidad de agua de lluvia precipitada aumentando sus tiempos de concentración.

Entre las actividades a realizar se encuentra:

1. Identificar los elementos que conforman la estructura de los pavimentos permeables que de acuerdo con Cardenas y otros autores (2017) , consiste por lo general en tres capas: a) una superficie de rodamiento que permite la entrada del agua, que puede ser de diferentes materiales como asfalto, concreto (pavimentos porosos), arcilla, grava, pasto, b) una capa de base de material granular fino, la cual permite una instalación adecuada de la superficie de rodamiento y c) una capa compuesta por una matriz de material granular de gran tamaño o por módulos o geo-células plásticas donde el agua se almacena (sub-base).
2. Priorizar los tramos estratégicos y realizar la implementación en los procesos de construcción.
3. Definir el sistema de monitoreo y evaluación en los procesos de aumento de infiltración.



**Co-  
Beneficios**

1. Reducción de costos asociados a la atención de emergencias
2. Optimización del recurso hídrico
3. Uso potencial del agua en otros usos asociados a la gestión y mantenimiento de la vía.

**Indicador  
propuesto**

Mts de tramos criticos sin inundaciones en eventos de precipitación/ total de tramos criticos en metros

**Fuentes**

GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS PARA LA ADAPTACIÓN DE LAS CARRETERAS AL CLIMA  
[https://www.aecarretera.com/doc/Guia-BP-adaptacion-carreteras\\_CAF.pdf](https://www.aecarretera.com/doc/Guia-BP-adaptacion-carreteras_CAF.pdf)