

3 2 0 2 LAS MEJORES PRÁCTICAS DE GESTIÓN FORESTAL

PARA PROTEGER LA CALIDAD DEL AGUA EN COLORADO





Esta publicación se ha financiado con una subvención del Departamento de Salud Pública y Medio Ambiente de Colorado. Las siguientes organizaciones han contribuido al contenido de esta publicación:

- **Association of Consulting Foresters**
- **Coalition for the Poudre River Watershed**
- **Colorado Department of Public Health and Environment**
- **Colorado Parks and Wildlife**
- **Colorado State Forest Service**
- **Colorado Timber Industry Association**
- **Intermountain Forest Association**
- **Jefferson County Open Space**
- **U.S. Environmental Protection Agency**
- **USDA Forest Service**

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	4
CUENCAS HIDROGRÁFICAS	7
PLANIFICACIÓN	12
TRATAMIENTO FORESTAL Y REVEGETACIÓN	17
ZONA DE GESTIÓN RIBEREÑA	39
CAMINOS	51
CRUCES DE ARROYOS	77
INCENDIOS FORESTALES Y QUEMA PRESCRITA	85
SUSTANCIAS Y OPERACIONES PELIGROSAS	92
CONCLUSIONES	96

INTRODUCCIÓN

Los bosques de Colorado proporcionan valor estético, agua limpia, abundante fauna salvaje, minerales, actividades recreativas, recursos renovables como el forraje y la madera, y empleos forestales. Esta publicación está dedicada a la protección de esos recursos, específicamente del agua limpia.

Esta guía describe las **mejores prácticas de gestión** (MPG) para la protección de los recursos naturales. Las mejores prácticas de gestión se definen como los métodos, medidas o prácticas, estructurales o no estructurales, que se aplican para prevenir, reducir o mitigar los impactos adversos de un proyecto forestal sobre la calidad del agua. Las MPG son herramientas y técnicas para controlar o eliminar los contaminantes de fuentes difusas. Estas MPG se aplican a todas las actividades de gestión forestal, incluidas las cosechas de productos, los proyectos de mitigación de incendios y los tratamientos de sanidad forestal.

Foto: CSFS



Las MPG incluyen

- ✓ Práctica y juicio personal
- ✓ Cumplimiento voluntario
- ✓ Controles estructurales y no estructurales
- ✓ Operaciones
- ✓ Procedimientos de mantenimiento
- ✓ Aplicación antes, durante y después de las actividades
- ✓ Prácticas para reducir o eliminar la contaminación difusa
- ✓ Estricta atención a la calidad del agua
- ✓ Aplicación en terrenos privados y estatales de Colorado

Las MPG no

- ✗ Sustituyen o reemplazan la Sección 404 de la Ley de Aguas Limpias
- ✗ Abordan las MPG de fauna silvestre, sitios arqueológicos o actividades recreativas
- ✗ Abordan las operaciones contra incendios forestales
- ✗ Sustituyen o reemplazan las MPG en terrenos federales

Cómo usar esta guía de campo

Los **puntos clave** se enumeran al principio de cada sección y constituyen el mensaje principal para reducir la contaminación difusa.

Símbolo

Las MPG aplicables se enumeran al principio de cada sección. Estos son los criterios con los que se miden las operaciones forestales de los administradores de tierras y contratistas durante las actividades de supervisión del Servicio Forestal del Estado de Colorado (CSFS, por sus siglas en inglés), y pueden usarse a modo de referencia rápida mientras se usa esta guía de campo.



= MPG aplicable

CUENCAS HIDROGRÁFICAS

Una cuenca hidrográfica es un zona de pendientes rodeada de cerros y con un sistema de drenaje natural. Las cuencas hidrográficas recogen la lluvia y el derretimiento de nieve y conducen el agua a una única salida. Su tamaño puede ser desde unas pocas acres hasta miles de millas cuadradas. Comprender las funciones de las cuencas hidrográficas es fundamental para aplicar correctamente la gestión forestal y usar las MPG.

Foto: CSFS

CUENCAS
HIDROGRÁFICAS

PUNTOS CLAVE

1. Las cuencas hidrográficas desempeñan funciones críticas para los ecosistemas, como la captación, el almacenamiento y la filtración de agua, el hábitat de vida silvestre, el agua potable y el valor económico.
2. La protección de las cuencas hidrográficas es la responsabilidad de los terratenientes, administradores y contratistas forestales.
3. Las actividades de gestión forestal pueden alterar la vegetación y el suelo, lo que puede provocar erosión y liberación de sedimentos.
4. Las distintas partes de las cuencas hidrográficas pueden requerir diferentes protecciones.

Una cuenca hidrográfica y sus partes



Una cuenca hidrográfica y sus partes. Ilustración: Departamento de Recursos Naturales y Conservación de Montana, División Forestal

Partes de una cuenca hidrográfica

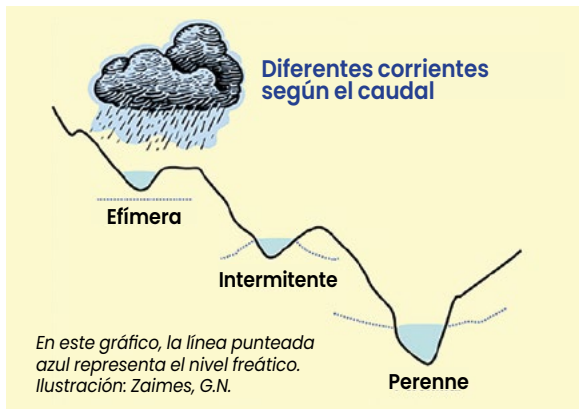
Arroyo perenne: Arroyos que conducen agua durante todo el año

Arroyo intermitente: Arroyos que llevan agua durante las temporadas de lluvia

Arroyo efímero: Cauce que fluye con agua durante o inmediatamente después de las precipitaciones, como indica la ausencia de hojarasca forial o la exposición del suelo mineral

Zona ribereña: Franja entre el suelo y un río o arroyo

Humedales: Zonas en las que el suelo o terrenos adyacentes están cubiertos de agua de manera permanente o intermitente a lo largo del año, incluidos los manantiales



ARRIBA: Zaimes, G. y Emanuel, R. (2006). Procesos fluviales, Parte I: Fundamentos. Watershed Stewards, Universidad de Arizona.

IZQUIERDA: Wittenberg, A. (2019). Donde la EPA no vio datos, Trout Unlimited analizó las cifras. E&E News: Greenwire. Recuperado de <https://www.eenews.net/articles/where-epa-saw-no-data-trout-unlimited-crunched-the-numbers/>

Identificación de zonas vulnerables

Ciertos arbustos, árboles y el sotobosque pueden servir como indicadores de humedales y suelos saturados de agua que pueden requerir cuidados especiales durante el tratamiento. Puede encontrar las especies que indican la presencia de humedales o zonas ribereñas en Colorado en el Programa de Patrimonio Natural de Colorado en <https://cnhp.colostate.edu/cwic/library/field-guides/>.

¿Cómo puede afectar la gestión forestal a las cuencas hidrográficas?

Las cuencas forestales de Colorado suministran agua limpia a los residentes de 19 estados y México, y proporcionan la diversidad biológica necesaria para un futuro donde el bienestar social y el ecológico están en equilibrio. Las condiciones actuales y las previstas para el futuro, incluidas las sequías persistentes y los incendios forestales, afectan y seguirán afectando negativamente a la salud de los bosques y a las fuentes de agua y los hábitats que proporcionan. El agua es un recurso cada vez más limitado en los estados occidentales. Por lo tanto, practicar la gestión forestal para mejorar la salud de los bosques es fundamental para proteger y mejorar este preciado recurso.

La aplicación correcta de las MPG disminuye la posibilidad de degradar la calidad del agua o perjudicar las condiciones de la cuenca durante las operaciones forestales.

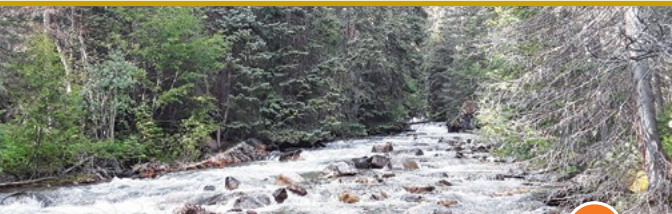
Cuando no se aplican las MPG, la gestión forestal puede tener consecuencias negativas no deseadas para las cuencas hidrográficas:

- Escorrentía de sedimentos y nutrientes asociados a los cursos de agua
- Caminos, trochas de arrastre y patios de acopio mal planificados, ubicados o contruidos, que pueden actuar como canales artificiales que transportan sedimentos
- Carga de material triturado que provoca cambios en la química del agua/suelo
- Material/residuos de corte esparcidos en los cauces de los arroyos que alteran sus caudales y cursos

Cuando se aplican las MPG, la gestión forestal puede tener muchos efectos positivos en las cuencas hidrográficas:

- Proteger a las comunidades, las infraestructuras críticas y la propia cuenca de graves incendios forestales
- Restaurar las funciones de los ecosistemas
- Mejorar el hábitat de vida silvestre

Foto: CSFS



PLANIFICACIÓN

Una planificación exhaustiva previa a las operaciones de tratamiento es fundamental para alcanzar las metas y objetivos de la gestión forestal.

Foto: CSFS

PUNTOS CLAVE

1. Las actividades de gestión forestal requieren una planificación previa.
2. Incorpore las MPG adecuadas a los documentos de planificación y a las pautas de aplicación.
3. Integre las MPG de los organismos asociados en la planificación y la aplicación.
4. Reciba ayuda de expertos locales para la planificación.

Use estas fuentes de información durante la revisión del emplazamiento y la planificación del proyecto.

En la oficina

- *Plan de acción forestal de Colorado y planes prioritarios de cooperadores*
- Mapas topográficos
- Fotos aéreas
- Mapas de suelos y humedales del Servicio de Conservación de Recursos Naturales (NRCS, por sus siglas en inglés)
- Mapas del Programa de Patrimonio Natural de Colorado
- Mapas de cuencas hidrográficas
- Planes de gestión forestal
- Guías silvícolas

En terreno

- Conocimiento del terrateniente
- Puntos de acceso
- Caminos, patios de acopio y trochas de arrastre existentes
- Condiciones del suelo
- Pendientes pronunciadas y suelos mal drenados
- Arroyos, lagos y humedales
- Cruces de arroyos y humedales
- Hábitat de vida silvestre
- Presencia de especies invasoras

El CSFS recomienda usar el Plan de acción forestal de Colorado como herramienta fundamental para la planificación a nivel de cuenca: <https://csfs.colostate.edu/forest-action-plan/>.

Tras analizar el emplazamiento, realice un análisis de la cuenca hidrográfica para determinar lo siguiente:

- Otras actividades de gestión en la cuenca y cómo puede afectarle el tratamiento
- Efectos potenciales del tratamiento sobre el rendimiento hídrico y la sedimentación
- Efectos del tratamiento sobre la calidad/cantidad de agua y el almacenamiento de nieve en el lugar (considerar el dosel arbóreo residual, el potencial de socavación de la nieve, aserrín en la nieve, etc.)
- Peligro de erosión del suelo y características del suelo (consulte con los distritos locales de conservación/NRCS para obtener mapas y las características del suelo).
- Precipitaciones: patrón estacional y cantidad (por ejemplo, las operaciones en suelos altamente erosionables pueden requerir la aplicación de unas MPG antes de la temporada de lluvias para evitar la sedimentación).
- Topografía: ¿dónde se encuentran las pendientes, los desagües, los arroyos y otras características físicas? ¿Hay áreas críticas que requieran una atención especial?

Plan para un nuevo bosque

Considere qué tipo de bosque crecerá después de la tala y con qué rapidez podrá reforestarse el lugar. ¿Su tratamiento dará lugar a la regeneración natural de los árboles o será necesaria una plantación suplementaria? Deje árboles para la explotación futura de especies aceptables y con suficiente fuerza para garantizar la continuidad del crecimiento y la tala. Proteja los árboles restantes de daños para mejorar su capacidad su supervivencia y crecimiento. Consulte con su experto forestal local sobre las prescripciones silvícolas apropiadas para su emplazamiento. Además, elabore un calendario de mantenimiento una vez finalizado el proyecto.

Otras consideraciones de planificación

Aunque esta guía se centra en los efectos de la gestión forestal en la calidad del agua, existen muchas consideraciones adicionales a la hora de planificar un tratamiento forestal, entre las que se incluyen las siguientes:

- Hábitat de vida silvestre
- Yacimientos arqueológicos/históricos
- Esparcimiento
- Estética
- Economía
- Producción maderera
- Agrosilvicultura

- Incendio forestal
- Infraestructuras críticas
- Almacenamiento de carbono
- Resistencia al cambio climático
- Biodiversidad nativa

Se recomienda que los profesionales consulten a sus expertos locales en las áreas mencionadas para asegurarse de que se tengan en cuenta estas y otras consideraciones importantes durante la planificación y la ejecución de los tratamientos forestales.

Desarrolle un plan de tratamiento y un diseño de tala que incorpore y aborde las preocupaciones identificadas en el reconocimiento y el análisis de la cuenca.

TRATAMIENTO FORESTAL Y REVEGETACIÓN

La planificación del tratamiento forestal implica algo más que decidir cómo talar los árboles. El diseño del tratamiento debe tener en cuenta los efectos a largo plazo de las actividades de gestión sobre recursos importantes.

Foto: CSFS

PUNTOS CLAVE

1. Usar el sistema de tala/tratamiento que mejor se adapte a la topografía, el tipo de suelo y la estación del año, al mismo tiempo que minimizan las alteraciones del suelo y se cumplan los objetivos silvícolas de la forma más económica posible.
2. Garantizar que la planificación del tratamiento forestal se lleve a cabo junto con un análisis de la cuenca hidrográfica.
3. Tomar precauciones especiales durante las actividades de tala en invierno.



MPG aplicables

Diseño del tratamiento

- ✓ Usar un sistema de tala adecuado para la topografía, el tipo de suelo y la estación
- ✓ Diseñar y ubicar las trochas de arrastre/la red de transporte primario para minimizar la alteración del suelo y evitar los suelos húmedos y las zonas delicadas
- ✓ Usar la ubicación, el tamaño y la cantidad de patios de acopio apropiados

Actividades de tratamiento

- ✓ Minimizar la compactación y el desplazamiento del suelo durante las operaciones de arrastre
- ✓ Evitar que el tractor patine en suelos inestables, húmedos o fáciles de compactar y en pendientes que superen el 40 por ciento, a menos que no provoquen erosión excesiva
- ✓ Proporcionar un drenaje adecuado para los patios de acopio
- ✓ Proporcionar un drenaje adecuado para las trochas de arrastre

Tratamiento de residuos de corte y preparación del terreno

- ✓ Escarificar solo en la medida necesaria para cumplir los objetivos de gestión de los recursos
- ✓ Tratar los residuos de corte para limitar la alteración del suelo, el desplazamiento o la compactación de la superficie
- ✓ Conservar una cantidad adecuada de material para frenar la escorrentía, devolver los nutrientes al suelo y proporcionar sombra a las plántulas
- ✓ Limitar las actividades a condiciones heladas o secas para minimizar la compactación y el desplazamiento del suelo
- ✓ Limitar la escarificación en pendientes pronunciadas para minimizar la erosión

Reforestación/revegetación

- ✓ Garantizar una revegetación adecuada en las zonas alteradas, si es necesario

Consideraciones para el diseño del tratamiento

- Ubicación, número y tamaño de los caminos, trochas de arrastre y patios de acopio temporales
- Limitaciones del equipo y las pendientes en las que se trabaja
- Gestión y ubicación de los residuos de corte
- Ubicaciones de los cruces de arroyos

Las características del lugar (el terreno, en particular) influyen en la elección del sistema de tala.

Explotación forestal por arrastre y con equipos motorizados

En terrenos poco accidentados, los tractores, o incluso los caballos, son una opción lógica. En los bosques de Colorado, es habitual el uso de equipos de arrastre.

El talador apilador es una cosechadora mecánica que tala y apila los árboles en manojos. Gracias al gran alcance del cabezal de tala, esta máquina puede usarse a menudo en zonas delicadas para podar árboles individuales dañando mínimamente los árboles restantes, el agua, los suelos o el hábitat de vida silvestre.

Los arrastradores suelen seguir a las cosechadoras durante las operaciones para mover o “arrastrar” los árboles desde la ubicación del talador apilador hasta un patio de acopio usando las “trochas de arrastre”. Los arrastradores suelen usar una garra para arrastrar los árboles a lo largo de la trocha de arrastre o para transportarlos con una grúa a una plataforma situada detrás de la cabina del arrastrador.

En el patio de acopio, se cortan los árboles en yardas y se transforman en trozas del tamaño adecuado con una procesadora y, por último, se cargan en un camión maderero con un cargador de troncos.

Equipos modernos de cosecha terrestre. Foto: CSFS



Hay muchos tipos diferentes de cosechadoras, arrastradoras, procesadoras y cargadoras terrestres. Considere los diferentes impactos de la maquinaria con neumáticos de goma frente a las orugas de acero, así como las condiciones del terreno, para reducir los impactos sobre el suelo/la cuenca en la zona de tratamiento. Los profesionales pueden tener cierta flexibilidad a la hora de optar por tipos específicos de equipos, pero el diseño de la tala debe dejar tanta flexibilidad como sea posible para permitir el uso de distintos equipos cuando se puedan seguir las MPG.



Skidder con neumáticos y cadenas. Foto: CSFS

Sistema por cable aéreo

El sistema de cable puede usarse en pendientes pronunciadas en las que no es posible usar equipos terrestres. Este tipo de máquinas son capaces de alcanzar un cuarto de milla, levantar troncos del suelo y trasladarlos a un patio de acopio donde son arrastrados. Se han identificado zonas prioritarias de tratamiento en pendientes pronunciadas en todos los parajes de Colorado. La investigación en curso sobre estos sistemas y su eficacia puede dar lugar a orientaciones complementarias a medida que se conozcan mejor estos sistemas y sus repercusiones. Además de las MPG existentes, deben considerarse

Remolque de carga atado operando en el Paso Monarch. Foto: Miller Timber



precauciones especiales cuando se usan métodos de tratamiento para pendientes pronunciadas:

- Colocar una capa gruesa de residuos de corte en los lugares donde la cosechadora entre y salga de caminos al borde de precipicios y otros puntos de acceso.
- Colocar residuos de corte y maderas muertas delante de los caminos de la cosechadora para reducir la erosión en pendientes pronunciadas.

Sistema de saca con helicóptero

La extracción de madera con helicóptero puede ser un medio eficaz de transportar troncos en terrenos adversos o zonas delicadas donde es imposible emplear los métodos tradicionales de arrastre.



*Helicóptero arrastrando troncos hacia un punto de aterrizaje.
Foto: CSFS*

- Ubicar los lugares de abastecimiento de combustible y patios de acopio lejos de zonas húmedas o delicadas
- Desarrollar y aplicar medidas de contingencia contra derrames de combustible.
- Consultar con un operador de helicópteros para conocer las limitaciones de los equipos, las distancias de arrime, el control del tráfico y otras variables que puedan afectar al calendario y la planificación de la tala.



Foto: CSFS

Saca y arrastre

- Usar un sistema de saca económicamente viable que reduzca al mínimo la densidad de los caminos.

- Considerar el potencial de erosión y los posibles sistemas de saca alternativos antes de planificar el arrastre con tractor en pendientes pronunciadas o inestables.
- Si no se planifican y señalizan con antelación, las trochas de arrastre pueden cubrir hasta el 40 por ciento o más de cualquier superficie. Aunque esto puede ser deseable en determinadas situaciones (por ejemplo, cuando se intenta exponer el suelo mineral para mejorar la germinación y supervivencia de las plántulas de árboles, o cuando se perturban los sistemas radiculares de los álamos temblones para fomentar la regeneración del monte bajo), en general es más sensato limitar la perturbación del suelo planificando previamente las trochas de arrastre para minimizar la erosión potencial.

Restos de madera depositados sobre la pista de arrastre. Foto: CSFS



- Una planificación adecuada ayudará a evitar trochas de deslizamiento en pendientes superiores al 30 por ciento con suelos altamente erosionables. Instalar siempre caballones desviadores en las trochas de arrastre cuando sea necesario.
- Diseñar y ubicar las trochas y las operaciones de arrastre de un modo que minimice la alteración del suelo. El uso de trochas de arrastre designadas es una forma de limitar la alteración del terreno y la compactación del suelo.
- Reducir al mínimo el tamaño y el número de patios de acopio para permitir una explotación segura y económica.
- Reusar las trochas de arrastre y los patios de acopio existentes cuando sea factible para reducir el impacto sobre el suelo.
- Evitar colocar patios de acopio donde sea necesario arrastrar por los fondos de drenaje. No arrastrar por los fondos de drenaje ni usarlos como zonas de giro durante las actividades de trituración de combustibles.
- Ubicar las trochas de arrastre de un modo que evite la concentración de la escorrentía; dividir la pendiente en secciones cortas.
- Limitar la pendiente de las trochas de arrastre construidas a un máximo del 30 por ciento en suelos geológicamente inestables, saturados, muy erosionables o fáciles de compactar. Usar medidas paliativas como los caballones desviadores y la

siembra de césped para reducir la erosión en las trochas de arrastre.

- Usar tractor cuando la compactación, el desplazamiento y la erosión son minimos.
- Evitar que el tractor o las ruedas se deslicen en suelos inestables, húmedos o fáciles de compactar y en pendientes que superen el 40 por ciento.
- Evitar arrastrar con la cuchilla abajo. Los suelos forestales en pendientes pronunciadas suelen ser poco profundos. Quitar el mantillo elimina la cubierta protectora del suelo y lo expone a la erosión. No usar la cuchilla como freno o para mejorar la tracción del tractor en pendientes pronunciadas.



Operaciones de arrastre que exponen el suelo mineral desnudo. Foto: CSFS

¿Qué ocurre cuando se raspa el mantillo del bosque?

- Se eliminan los nutrientes para la siguiente cosecha de árboles.
- El suelo mineral está expuesto a la erosión hídrica.
- La tierra no retiene tan bien la humedad.
- Se reduce la capacidad del suelo para el cultivo de árboles.
- Aumenta la escorrentía y el transporte de sedimentos.

Otras actividades de explotación forestal

Campamentos

- Proteger los recursos hídricos superficiales y subterráneos de nutrientes, bacterias y productos químicos asociados a la eliminación de residuos sólidos y aguas residuales.
- Diseñar y ubicar los campamentos de tala, secundarios y contra incendios, así como sus correspondientes instalaciones de eliminación de aguas residuales, de una manera que evite efectos adversos.
- Arrojar la basura y otros residuos sólidos en un vertedero debidamente designado, operado y autorizado.
- Asegurarse de obtener los permisos necesarios y cumplir las normas si se acampa en terrenos federales o estatales.

Actividades posteriores al tratamiento y manejo del drenaje

- Estabilizar o recuperar los patios de acopio y los caminos temporales luego de finalizar las operaciones. Se pueden esparcir los restos de la tala y otros desechos naturales, así como volver a sembrar de césped las zonas alteradas si es necesario. Las cunetas, los caballones desviadores o los peraltes pueden evitar la acumulación de agua en los patios de acopio.
- Crear y mantener un sistema de drenaje en cada pista de acopio, trocha de arrastre o camino contra incendios para controlar la dispersión del agua y evitar que los sedimentos entren en los arroyos.

Aterrizaje recuperado. Foto: CSFS



- Instalar los caballones desviadores necesarios en las trochas de arrastre de los tractores; la separación adecuada entre los caballones se determina en función del tipo de suelo y de la pendiente. Es esencial realizar la implementación oportunamente.
- Colocar semillas o construir caballones desviadores en trochas de arrastre, patios de acopio y caminos contra incendios donde la revegetación natural sea inadecuada para prevenir la erosión acelerada antes de la siguiente temporada de crecimiento. Una ligera cubierta de residuos de corte o mantillo impedirá la erosión.

Caballones desviadores

Los caballones desviadores redirigen el agua superficial del suelo desnudo a zonas donde no causará erosión; construya caballones desviadores en caminos, patios de acopio y trochas de arrastre. Los caballones desviadores pueden



Barra de agua que desvía el drenaje superficial y reduce la velocidad de escorrentía. Foto: CSFS

construirse con una pala, pero lo más habitual es usar equipos mecánicos. Corte el cabellón desviador en tierra firme a una profundidad de al menos 20 cm (8"). Forme la berma paralela al corte al menos 30 cm (12") por encima del nivel de la trocha de arrastre. Realice el corte hacia abajo, pero en un ángulo no superior a 45 grados, para que el agua corra hacia la salida. Asegúrese de que el cabellón desviador esté abierto en el extremo inferior para que el agua salga hacia la maleza, la vegetación o las rocas. Cuando las vías de acceso temporales tengan caballones desviadores, conecte estos últimos con el "talud de corte" para interceptar todo el flujo superficial.

Distancia recomendada de separación de las barras de agua para caminos y senderos de arrastre

Grado el camino o sendero (porcentaje)	Suelos inestables (alto riesgo de erosión)	Suelos estables (bajo riesgo de erosión)
2	135'	170'
5	100'	140'
10	80'	115'
15	60'	90'
20	45'	60'
25+	30'	40'

Intervalos en pies

En caso de duda, reduzca la separación. Los suelos no son renovables y los caballones desviadores son baratos.

Tratamiento de residuos de corte y preparación del terreno; reforestación

Es habitual preguntarse cuánta exposición del suelo es suficiente cuando se prepara un terreno para un nuevo bosque. Los nuevos bosques necesitan los nutrientes y la protección de los residuos de corte. La compactación del suelo es otro problema asociado al barrido del bosque.

Técnicas de preparación del terreno bien planificadas propiciarán el buen comienzo del nuevo bosque. Después, se planta o se siembra el terreno. En Colorado, la regeneración natural suele ser más que suficiente para repoblar las zonas taladas.

Tenga en cuenta las siguientes directrices para el tratamiento de los residuos de corte y la preparación del terreno:

- Reducir los residuos de corte para disminuir el riesgo de incendio. Considerar metas de carga de combustible tras el tratamiento en función de los objetivos.
- No colocar los residuos de corte en la zona de gestión ribereña.
- Usar cuchillas desbrozadoras en los equipos para apilar los residuos de corte.
- Escarificar la tierra solo en la medida necesaria para cumplir los objetivos de reforestación. Usar equipos de preparación del terreno que produzcan superficies irregulares. Tomar precauciones para preservar el horizonte superficial del suelo.

- Se deben dejar residuos de corte pequeños y la maleza para ralentizar la escorrentía superficial, devolver los nutrientes al suelo y proporcionar sombra a las plántulas. Trabajar alrededor de la maleza y los árboles pequeños existentes.
- Llevar a cabo el apilamiento de maleza y la escarificación cuando los suelos estén congelados o lo suficientemente secos para minimizar la compactación y el desplazamiento.
- Llevar a cabo la escarificación en pendientes pronunciadas de manera que se minimice la erosión.
- Llevar todos los residuos de la maquinaria de tala a un lugar adecuado para su eliminación (neumáticos, cadenas, eslingas, cables y piezas varias desechadas).
- La quema a voleo y la aplicación de herbicidas selectivos aprobados son los medios preferidos para la preparación del terreno, especialmente en pendientes superiores al 40 por ciento. Los aplicadores de herbicidas e insecticidas requieren una capacitación especial y autorización estatal. Para más información, póngase en contacto con el Departamento de Agricultura de Colorado.
- Limitar el impacto de los incendios prescritos en la calidad del agua: 1) construir caballones desviadores en los cortafuegos; 2) no colocar residuos de corte en los canales de drenaje; y 3) mantener la zona de gestión ribereña. Evitar los

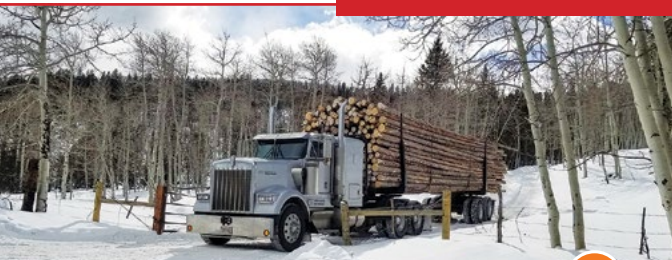
- incendios intensos a menos que sean necesarios para cumplir los objetivos silvícolas.
- Restablecer la vegetación protectora reforestando rápidamente las zonas taladas.

Actividades de invierno

Consideraciones para la explotación forestal en invierno

Las gélidas temperaturas invernales de Colorado permiten realizar talas de bajo impacto. Con las debidas precauciones, incluso se puede trabajar en zonas delicadas sin afectar negativamente la calidad del agua. Considere construir caminos de nieve y la explotación en invierno cuando los lugares de tala se caractericen por praderas húmedas, capas freáticas altas, condiciones ribereñas delicadas u otros peligros potencialmente significativos de erosión y compactación del suelo. Los deshielos invernales pueden producirse rápidamente; no se arriesgue a alterar el suelo y a una posible erosión. Prevea un cierre temporal.

Foto: CSFS



- Realizar las operaciones de tala en invierno cuando el suelo esté helado o la capa de nieve sea adecuada (generalmente más de 30 cm o 1 pie) para minimizar la alteración del terreno.
- Antes de proceder a la tala, marcar la ubicación de las alcantarillas existentes y otros elementos delicados. Durante y después de la tala, asegurarse de que las alcantarillas y cunetas funcionan.
- Antes de talar en zonas de suelo húmedo y no helado, usar tractores o arrastradores (skidders) para compactar la nieve en las trochas de arrastre. Evitar las zonas más empinadas donde las trochas de arrastre congeladas puedan sufrir erosión la primavera siguiente.
- Las zonas de gestión ribereñas pueden quedar ocultas por las fuertes nevadas; se deben delimitar antes de las primeras nevadas para evitar confusiones.
- No dejar residuos de corte ni copas de árboles en los arroyos.
- Tener en cuenta la altura residual de los tocones y las limitaciones del equipo durante las operaciones de invierno.
- Suspender las operaciones si las condiciones cambian rápidamente y cuando aumenten los riesgos de erosión.
- Instalar caballones desviadores en todas las trochas de arrastre antes de la escorrentía de

primavera. Si el suelo helado lo prohíbe, instalar barreras provisionales con los residuos de corte. Instalar barreras apropiadas contra la erosión durante el verano. Pueden usarse barreras temporales para controlar la erosión usando residuos de corte hasta que se instalen los caballones desviadores.

Consideraciones para los caminos y drenajes

- Para los sistemas de caminos que tienen un cimiento pobre, remolcar solo durante los períodos de heladas.
- Cuando haga frío, retirar la nieve del camino para facilitar la congelación del afirmado antes de remolcar. Usar nieve compactada para las explanadas en lugares sin caminos, húmedos o delicados. Construir caminos de nieve para explotaciones de una sola entrada o para caminos temporales.
- Después de terminar de usar los caminos de nieve, restaurar los cruces de los arroyos a las condiciones previas para evitar la formación de diques de hielo. Salvo para cruzar, no use el cauce del arroyo para el camino. Los caballones desviadores colocados en los caminos de invierno justo por encima de un cruce de drenaje desviarán el deshielo hacia filtros vegetales, en lugar de directamente a los cursos de agua.

- Colocar troncos en los arroyos para que el agua fluya en medio de ellos y para que sirvan de paso temporal del arroyo cuando los suelos estén helados. Retirar los puentes temporales de troncos antes de la escorrentía de primavera.
- Suspendir las operaciones si las condiciones cambian rápidamente y cuando el peligro de erosión sea elevado.
- Fraccionar las bermas de nieve cuando se limpie la nieve para la tala de madera en invierno, antes del descongelamiento de primavera, para permitir el drenaje del camino.

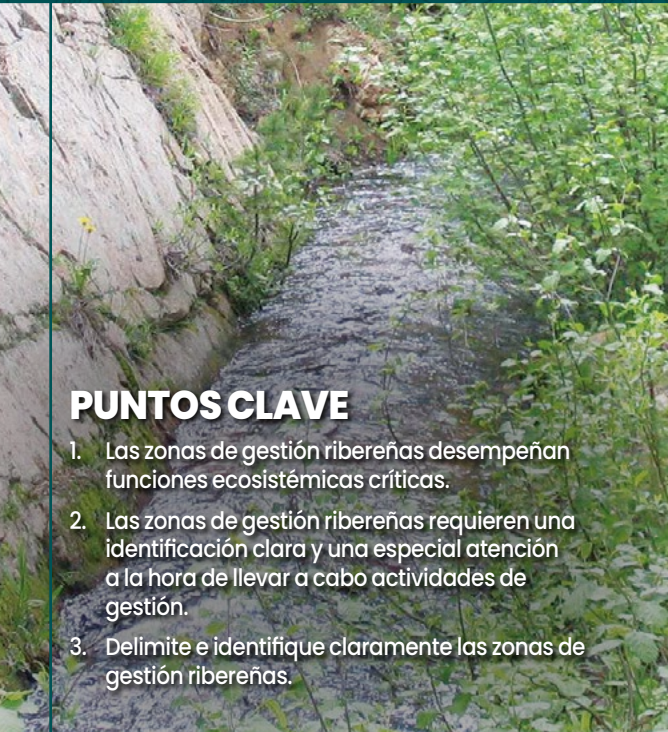
A photograph of a forest with many thin, light-colored tree trunks and dense green foliage.

ZONA DE GESTIÓN RIBEREÑA

Las **zonas de gestión ribereñas** son aquellas cercanas a arroyos y humedales. Se gestionan con especial atención para proteger la calidad del agua y mantener el funcionamiento del ecosistema.

Photo: USDA, Medicine Bow National Forest

ZONA DE GESTIÓN RIBEREÑA

A photograph of a small stream flowing through a rocky, forested landscape. The water is clear and the surrounding vegetation is lush and green.

PUNTOS CLAVE

1. Las zonas de gestión ribereñas desempeñan funciones ecosistémicas críticas.
2. Las zonas de gestión ribereñas requieren una identificación clara y una especial atención a la hora de llevar a cabo actividades de gestión.
3. Delimite e identifique claramente las zonas de gestión ribereñas.

La gestión en una ZGR

La zona de gestión ribereña (en adelante, ZGR) no es una zona “prohibida”; sin embargo, la explotación maderera en estas valiosas zonas debe realizarse con especial cuidado para protegerlas. La gestión forestal es una herramienta que puede usarse dentro de la ZGR para alcanzar una serie de condiciones y objetivos deseados en materia de recursos cuando se aplica con medidas adecuadas para mantener la estructura, la función y los procesos de los ecosistemas ribereños y acuáticos. Cuando se usan tratamientos en la ZGR, se pueden emplear diversas medidas para evitar, minimizar o mitigar la alteración del suelo, los daños a la masa de agua, la pérdida de reclutamiento de grandes detritos leñosos, el sombreado y los impactos en la función de la llanura aluvial.

MPG aplicables

Designación de la ZGR

- ✓ Aplicar un ancho mínimo adecuado para la ZGR
- ✓ Marcar la ZGR de manera clara y adecuada
- ✓ Mantener o proporcionar una cubierta vegetal suficiente
- ✓ Permitir que los equipos operen en la ZGR solo según las prácticas aprobadas
- ✓ Excluir la quema de materiales apilados en la ZGR

- ✓ Conservar los árboles adecuados en la ZGR (se conservan los árboles más grandes para que sirvan de hábitat y como fuente de grandes detritos leñosos)
- ✓ Impedir el vertido lateral de material de camino en arroyos, lagos, humedales u otras masas de agua durante el mantenimiento del camino
- ✓ Evitar los residuos de corte o materiales triturados en arroyos, lagos u otras masas de agua
- ✓ Proteger la ZGR durante las actividades de preparación del terreno

Cruces de arroyos y protección de riberas

- ✓ Obtener los permisos adecuados (por ejemplo, 404) para el cruce de arroyos, si son necesarios
- ✓ Cruzar los arroyos en ángulo recto, siempre que sea posible
- ✓ Usar estructuras de tamaño adecuado para el cruce de arroyos
- ✓ Montar un drenaje directo para el camino lejos del cruce del arroyo
- ✓ Evitar los cruces de arroyos no mejorados

Instalación de cruces de arroyos

- ✓ Minimizar la alteración del cauce del arroyo
- ✓ No colocar material en los cauces de los arroyos
- ✓ Adaptar las alcantarillas de cruce de arroyos al lecho y la pendiente naturales
- ✓ Colocar las alcantarillas ligeramente por debajo del nivel del arroyo
- ✓ Prevenir la erosión de las alcantarillas que cruzan los arroyos y los rellenos de los puentes (es decir, blindar la entrada y la salida)
- ✓ Proporcionar una cobertura mínima para las alcantarillas que cruzan los arroyos
- ✓ Planificar el desvío de los cauces para minimizar la sedimentación aguas abajo

Función de la ZGR

La función de una ZGR es proteger la calidad del agua a lo largo de arroyos, lagos y otras masas de agua manteniendo un filtro natural de sedimentos. La "zona verde" ribereña en torno a arroyos, ríos, lagos, embalses, manantiales, rezumaderos y humedales es un área que permanece verde hasta bien entrado el verano. Las zonas ribereñas suelen tener suelos húmedos y capas freáticas altas, y pueden identificarse por la presencia de plantas que necesitan mucha agua para crecer, como alisos, sauces y álamos. Reconocer

estas zonas y saber dónde se encuentran en el bosque facilitará mucho la protección de la calidad del agua con una ZGR.

Designar las ZGR para proporcionar sombra, estabilización del suelo, efectos de filtrado de sedimentos y agua, y hábitat de vida silvestre.

Terminología de las ZGR

El término ZGR hace referencia a las riberas de todas las masas de agua, incluidos ríos, lagos, embalses, manantiales, rezumaderos y humedales.

Determinación de los límites de la ZGR

Zona de contención mínima recomendada = 17 m (50 pies)

- El Servicio Forestal del Estado de Colorado y la Asociación de la Industria Maderera de Colorado recomiendan, como mínimo, una franja de 50 pies de ancho a ambos lados del arroyo o curso de agua, medida desde el nivel de aguas máximas ordinarias (NAMO). El ancho de la ZGR se extiende más allá del mínimo sugerido de 50 pies para incluir zonas ribereñas a lo largo del fondo del arroyo y para proporcionar protección adicional en zonas de pendientes pronunciadas o suelos erosionables.
- Las pendientes pronunciadas, superiores al 35 por ciento, pueden requerir una ZGR de 33 metros (100 pies) de ancho.
- Las ZGR deben aplicarse a las arroyos perennes, intermitentes y efímeras.

- Las ZGR deben aplicarse a los ríos, lagos, embalses, manantiales, rezumaderos y humedales, además de a los arroyos.
- Consulte a profesionales de la silvicultura, especialistas en conservación del suelo y el agua o biólogos si necesita ayuda para establecer adecuadamente los límites de la ZGR.

Acequias

Las acequias son canales artificiales que toman el agua de los cauces naturales para llevarla a hogares, ranchos, empresas y otros usos. Colorado, como muchos estados occidentales, tiene muchas acequias activas que a menudo se cruzan con explotaciones forestales.



Acequia que fluye a través de la zona de tratamiento planificada. Foto: USDA, Bosque Nacional Medicine Bow

- Las actividades forestales adyacentes a las acequias pueden tener repercusiones en la calidad y el suministro del agua.
- Si las acequias desembocan en cauces naturales aguas abajo de las actividades forestales, se deben tratar como arroyos intermitentes y por ende instalar ZGR de contención.
- A menudo, los caudales de las acequias, a diferencia de los arroyos naturales, pueden alterarse para adaptarse a las operaciones forestales.

Señalización de los límites de la ZGR

Marcar claramente los límites de las ZGR para que los operadores de equipos comprendan mejor su ubicación. Usar banderolas de plástico, pintura degradable o carteles a intervalos frecuentes. Antes de iniciar las actividades, puede ser conveniente realizar un recorrido por el proyecto con el operador. Los arroyos perennes son fáciles de identificar; las intermitentes pueden ser más difíciles de identificar durante los periodos secos. Ya sean húmedas o secas, perennes o intermitentes, en años de sequía o de lluvia, los arroyos deben protegerse con una ZGR. Los drenajes efímeros pueden ser muy erosivos y suelen dirigir el agua hacia los cauces de los arroyos. Garantice que los tratamientos de trituración no provoquen la alteración de los suelos o la pérdida de vegetación que proteja los fondos de valle vulnerables de la erosión del suelo y la transferencia de sedimentos.



Límites virtuales

Cada vez es más habitual el uso de límites virtuales en la silvicultura moderna con la ayuda de teléfonos inteligentes y dispositivos GPS. Si se usan límites virtuales, sigue siendo recomendable que los límites de las ZGR se delimiten claramente sobre el terreno usando los métodos descritos anteriormente, ya que la precisión del GPS puede variar para los operadores de equipo.

Aplicación para smartphones que representa límites virtuales. Foto: CSFS

Explotación forestal y otras actividades

Los árboles son importantes para una ZGR sana

- Los árboles y arbustos de las riberas son especialmente importantes, ya que anclan la orilla, dan sombra y refrescan el arroyo, y proporcionan cobijo a los peces y hábitat a las aves y otra fauna silvestre.



Proteger las ZGR

- Mantener o proporcionar una cubierta vegetal suficiente para atrapar sedimentos.
- Mantener los arrastradores, tractores y equipos de trituración fuera de las ZGR.

Explotación forestal en la ZGR

Si la gestión forestal en la ZGR es necesaria para cumplir un objetivo crítico, considere lo siguiente:

- No explotar hasta el borde del arroyo a menos que sea necesario para lograr un objetivo de restauración.

Cosechadora trabajando al borde de una ZME. Foto: CSFS

- Usar el derribo direccional para las explotaciones forestales en la ZGR o los humedales. Evitar derribar árboles en arroyos o masas de agua.
- Evitar el uso de maquinaria pesada en la ZGR para minimizar la alteración del suelo. Usar técnicas de arrastre con cabrestante para retirar los troncos de la ZGR y de los humedales cuando se empleen sistemas de arrastre por el suelo. Los troncos deben estar completamente suspendidos cuando se usen sistemas por cable aéreo a través de un arroyo y por encima de las orillas.
- Mantenga los residuos de corte fuera de las masas de agua retirando las ramas y las copas muy por encima del nivel de aguas máximas del arroyo. La recolección de árboles enteros o de gran longitud puede reducir la necesidad de desechar los residuos de corte en la ZGR.

Preparación del terreno cercano a las las ZGR

- Prestar especial atención a las pendientes pronunciadas que contengan material que pueda rodar ladera abajo y caer a un arroyo durante la quema controlada; lo mismo ocurre al usar trituradoras en pendientes pronunciadas.
- No dejar residuos de corte u otros desechos acumulados en el borde de la ZGR, o de una manera que se pueda depositar dentro de la ZGR. Usar tocones altos o dejar troncos de forma estable a lo largo del límite de la ZGR para evitar que los escombros rueden ladera abajo y lleguen al arroyo.

- Conservar los árboles necesarios para la estabilización de las riberas como fuente futura de grandes detritos leñosos para el cauce del arroyo y como hábitat para las aves que anidan en cavidades y otros animales que viven en los troncos secos.

Trituración/acolchado cerca de las ZGR

Se puede encontrar información adicional y recomendaciones sobre buenas prácticas de acolchado en la publicación *"Mulching: A knowledge summary and guidelines for best practices on Colorado's Front Range"*, del Colorado Forest Restoration Institute.

- Evitar girar el equipo en el fondo de las zonas efímeras para mantener la estabilidad de la vegetación y el suelo, limitar la frecuencia de cruce de los drenajes y cruzar en ángulo recto cuando sea necesario.
- Controlar la profundidad del material triturado teniendo en cuenta los objetivos silvícolas y los cambios químicos del agua/suelo a medida que se filtra a través del material triturado.
- Mantener el material triturado fuera de los arroyos dentro del nivel de aguas máximas para evitar interrupciones en los arroyos y cambios en la química del agua.

- En la medida de lo posible, minimizar la cantidad de material triturado que entra en la ZGR.



Masticador en funcionamiento en una zona de tratamiento de combustibles. Foto: CSFS

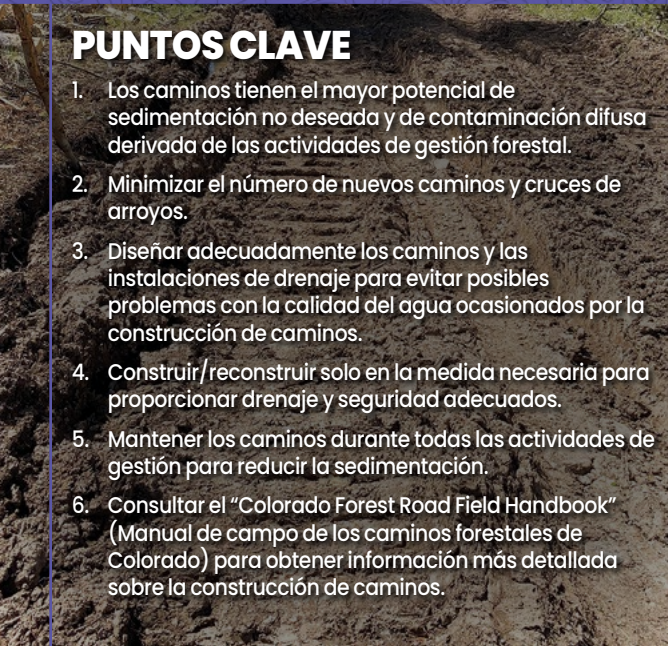


CAMINOS

Los caminos producen hasta el 90 por ciento de los sedimentos procedentes de las actividades forestales, por lo que es imperativo planificar, diseñar, ubicar y mantener adecuadamente los caminos forestales. Los caminos y los patios de acopio deben complementarse para proporcionar un sistema de transporte eficaz que minimice la erosión del suelo.

Para obtener información detallada sobre caminos, consulte el *Manual de campo de caminos forestales de Colorado* en <https://csfs.colostate.edu/>.

Photo: CSFS



PUNTOS CLAVE

1. Los caminos tienen el mayor potencial de sedimentación no deseada y de contaminación difusa derivada de las actividades de gestión forestal.
2. Minimizar el número de nuevos caminos y cruces de arroyos.
3. Diseñar adecuadamente los caminos y las instalaciones de drenaje para evitar posibles problemas con la calidad del agua ocasionados por la construcción de caminos.
4. Construir/reconstruir solo en la medida necesaria para proporcionar drenaje y seguridad adecuados.
5. Mantener los caminos durante todas las actividades de gestión para reducir la sedimentación.
6. Consultar el "Colorado Forest Road Field Handbook" (Manual de campo de los caminos forestales de Colorado) para obtener información más detallada sobre la construcción de caminos.

MPG aplicables

Diseño y ubicación de los caminos

- ✓ Diseñar los caminos según las normas mínimas necesarias para adaptarse al uso y el equipamiento previstos
- ✓ Minimizar el número y la longitud de los caminos necesarios
- ✓ Usar los caminos existentes a menos que la erosión pueda agravarse
- ✓ Evitar las pendientes largas o pronunciadas
- ✓ Ubicar los caminos alejados de los lugares de alto riesgo (es decir, zonas húmedas y laderas inestables)
- ✓ Minimizar el número de cruces de arroyos
- ✓ Cruzar arroyos en lugares estables
- ✓ Ubicar los caminos para facilitar el acceso a zonas adecuadas para el acopio de troncos
- ✓ Ubicar los caminos a una distancia segura de los arroyos
- ✓ Mantener los caminos fuera de las zonas ZGR

Construcción/reconstrucción de caminos

- ✓ Construir/reconstruir solo en la medida necesaria para proporcionar drenaje y seguridad adecuados
- ✓ Minimizar las actividades de movimiento de tierras cuando los suelos parezcan excesivamente húmedos
- ✓ Mantener al día los trabajos de estabilización de taludes y de control de erosión y sedimentos, incluidos los cordones de residuos de corte apilados que sirven de filtros
- ✓ Taludes de corte y terraplén en ángulos estables
- ✓ Estabilizar los suelos expuestos (por ejemplo, siembra, bancada, acolchado)
- ✓ Evitar la incorporación de material leñoso en el relleno de los caminos
- ✓ Dejar los árboles y arbustos enraizados existentes en el pie del talud de terraplén
- ✓ Equilibrar cortes y rellenos o usar la construcción de bancadas completas
- ✓ Minimizar el uso de base de caminos u otros materiales procedentes de canteras y graveras
- ✓ Evitar colocar los materiales sobrantes en un lugar que pueda entrar en un arroyo

Construcción/reconstrucción de caminos (cont.)

- ✓ Evitar la excavación en aguas subterráneas
- ✓ Impedir el vertido lateral de material de camino en un arroyo, lago, humedal u otra masa de agua

Drenaje de caminos

- ✓ Variar la pendiente del camino para reducir el drenaje concentrado
- ✓ Proporcionar un drenaje adecuado al firme de los caminos
- ✓ Espaciar los drenajes de los caminos para que la escorrentía no supere su capacidad
- ✓ En el caso de caminos con peralte hacia adentro, diseñar cunetas con pendientes superiores al 2 por ciento, pero no mayores del 8 por ciento
- ✓ Construir bateas lo suficientemente profundas en el subrasante para que el tráfico no las destruya
- ✓ Instalar las alcantarillas en la pendiente original; de lo contrario, anclar o blindar con rocas las bajantes pluviales
- ✓ Diseñar todas las alcantarillas de descarga con una longitud adecuada y una inclinación apropiada; proteger el extremo de entrada de la erosión

- ✓ Colocar disipadores de energía en las salidas de las estructuras de drenaje cuando sea necesario
- ✓ Dirigir el drenaje del camino a través de zonas de filtración adecuadas antes de entrar en un arroyo

Mantenimiento de caminos

- ✓ Mantener los elementos de control de la erosión si existen (bateas, cunetas y alcantarillas funcionales)
- ✓ Evitar el uso de los caminos en periodos húmedos
- ✓ Nivelar los caminos solo lo necesario para mantener el drenaje
- ✓ Evitar cortar el pie de los taludes de corte si lo hay
- ✓ Impedir el vertido lateral de material de camino en un arroyo
- ✓ Abandonar los caminos en condiciones de proporcionar un drenaje adecuado sin más mantenimiento

Planificación, diseño y ubicación

- Diseñar adecuadamente los caminos y las instalaciones de drenaje para evitar posibles problemas con la calidad del agua ocasionados por la construcción de caminos.
- Minimizar el número de caminos construidos en una cuenca hidrográfica mediante una planificación integral de los caminos que reconozca la propiedad entrelazada y los usos futuros previsibles.
- Usar los caminos existentes siempre que sea posible. Si los caminos existentes tienen problemas de erosión, repararlos para cumplir las MPG.
- Adaptar el camino a la topografía situándolo en bancadas naturales y siguiendo las curvas de nivel. Siempre que sea posible, evitar las pendientes largas y pronunciadas y los cañones estrechos. (Consultar el *Manual de campo de caminos forestales de Colorado* para obtener información adicional sobre pendientes pronunciadas).
- Revisar la información disponible y consultar con los ingenieros de caminos según sea necesario para identificar los suelos erosionables y las zonas inestables y para localizar los materiales apropiados para la superficie del camino.
- Ubicar los caminos sobre una geología estable, incluidos suelos bien drenados y formaciones rocosas que tiendan a inclinarse hacia la pendiente.

- Intentar evitar los accidentes geográficos problemáticos, como las depresiones y las zonas propensas a deslizamientos caracterizadas por pendientes pronunciadas, lecho rocoso muy erosionado, lechos arcillosos, pendientes cóncavas, terreno ondulado y capas rocosas que se inclinan paralelamente a la pendiente. **Las capas rocosas que se inclinan con la pendiente, en lugar de contra ella, son un indicio de condiciones potencialmente inestables del lecho rocoso. Se debe obtener el asesoramiento de expertos a la hora de planificar caminos en estos lugares.**
- Evitar las zonas que están húmedas permanentemente o por temporadas, incluidos los pies de taludes cargados de humedad o inestables, los pantanos, las praderas húmedas y los canales de drenaje naturales.
- Reducir al mínimo el número de cruces de arroyos y elegir lugares de cruce estables.
- Ubicar o reubicar los caminos para facilitar el acceso a zonas de acopio de troncos adecuadas (relativamente llanas y con buen drenaje) para reducir la alteración del suelo y minimizar el impacto sobre la calidad del agua.
- Ubicar los caminos a una distancia segura de los arroyos cuando estos sean paralelos a los arroyos de agua.
- Proporcionar una ZGR adecuada para atrapar los sedimentos e impedir que entren en el arroyo.

Ejemplo de un plan de caminos bien diseñado

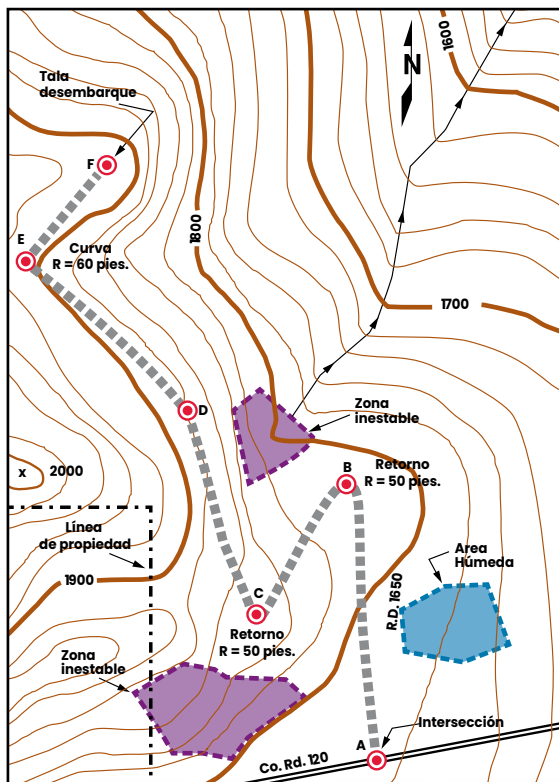


Ilustración: Brian W. Kramer, P.E., Instructor Principal jubilado, OSU, Departamento de Ingeniería Forestal

SCALE: 200 pies.



Foto: CSFS

Normas y uso

- Diseñar los caminos según las normas mínimas necesarias para adaptarse al uso y el equipamiento previstos. Los caminos temporales de baja calidad están diseñados para un uso mínimo a corto plazo durante la explotación forestal. Pueden construirse, usarse y recuperarse durante las estaciones en las que la posibilidad de precipitaciones y erosión es mínima. Los caminos de baja calidad solo implican el desbroce de la vegetación y requieren una construcción mínima. La necesidad de caminos de mayor calidad puede aliviarse a veces mediante una mejor gestión del uso de los caminos y la selección del sistema de tala.

- Limitar el acceso con barreras cerradas para la gestión del uso de caminos. Las condiciones meteorológicas estacionales también pueden restringir el acceso.
- Cruzar solo cuando el suelo esté helado si el acceso para las actividades forestales requiere atravesar zonas húmedas con una base de camino deficiente. Regresar durante la estación seca para preparar el terreno y tratar los residuos de corte.



Foto: CSFS

Construcción de caminos

Véase también la sección **Cruces de arroyos** (pág. 81).

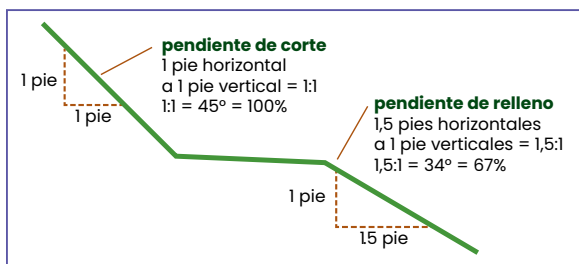
Controlar la erosión durante el proceso de construcción

- Reconstruir los caminos existentes solo en la medida necesaria para proporcionar drenaje y seguridad adecuados; evitar alterar los firmes estables. Evaluar la integridad de los caminos existentes antes de su uso.
- Minimizar las actividades de movimiento de tierras cuando los suelos parezcan excesivamente húmedos. No alterar la vegetación del borde del camino más de lo necesario para mantener la estabilidad del talud y atender a las necesidades del tráfico.
- Mantener al día los trabajos de estabilización de taludes y de control de la erosión y los sedimentos durante la construcción y el mantenimiento de los caminos. Esto incluye la instalación de elementos de drenaje como parte del proceso de construcción.
- Completar o estabilizar los tramos de camino dentro de la misma temporada de explotación para garantizar que los elementos de drenaje funcionen correctamente antes de la escorrentía de primavera y que los tramos de camino no queden en condiciones inestables durante el invierno.
- Si el camino es una instalación permanente de alto tránsito, considerar el uso de grava para minimizar la erosión y proporcionar una superficie de rodadura superior.

- En la medida de lo posible, evitar los cruces de arroyos. Usar cruces temporales sobre arroyos si es necesario. Las orillas se protegen colocando varios troncos en el cauce del arroyo, a través de los cuales puede fluir el agua. Sustituir rápidamente por un cruce permanente (alcantarilla o puente).
- La siembra de hierba en superficies de desmonte expuestas es una práctica importante de control de la erosión. Es importante mezclar las semillas adecuadas y sembrarlas oportunamente para tener éxito. Usar semillas de pureza conocida que tengan un alto índice de germinación y estén libres de hierbas nocivas. Los silvicultores privados y las oficinas locales del Servicio Forestal del Estado de Colorado, la Extensión de la Universidad del Estado de Colorado y el Servicio de Conservación de Recursos Naturales pueden recomendar una mezcla de semillas adecuada para su lugar concreto. Varios proveedores de Colorado disponen de semillas de hierbas nativas e introducidas.

Estabilizar taludes

- Construir taludes de corte y terraplén con ángulos estables para evitar el desprendimiento y la erosión posterior. Una pendiente de 1:3 es la máxima recomendada para suelos estables. En suelos arenosos puede ser necesaria una pendiente de 1:1 para evitar desprendimientos.



Índices de pendiente de corte y relleno. Fuente: Kramer, Brian W. 2001. Contratación, construcción y mantenimiento de caminos forestales para pequeños propietarios de bosques. Contribución a la investigación 35. Universidad Estatal de Oregón, Facultad de Silvicultura, Laboratorio de Investigación Forestal; Corvallis, OR. 79 págs.

Estado del suelo/roca	Relaciones de pendiente (horizontal:vertical)
Mayoría roca	.25:1 to .5:1
Mayoría de suelos in situ	.75:1 to 2:1
Roca muy fracturada	1:1 to 1.5:1
Suelos granulares gruesos sueltos	1.5:1 to 3:1
Suelos arcillosos pesados	2:1 to 3:1
Zonas ricas en arcilla blanda o áreas de filtración húmeda	2:1 to 3:1
Relleno de la mayoría de los suelos	1.5:1 to 3:1
Relleno de roca dura angular	1.33:1 to 1.5:1
Cortes bajos y rellenos (de <6 a 10 pies de altura)	2:1 or flatter (for revegetation)

Relaciones de pendiente estables comunes segun condiciones variables de suelo y roca. Fuente: Keller, Gordon y James Sherar. 2003. Guía de campo de mejores prácticas de gestión para la ingeniería de carreteras de bajo volumen. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID); Washington, D. C., 183 págs.

Relación de pendiente de corte y relleno	Pendiente porcentual	Pendiente de grado
3:1	33	18
2:1	50	27
1.5:1	67	34
1:1	100	45
.75:1	133	53
.66:1	150	56
.5:1	200	63
.33:1	300	72
.25:1	400	76
Vertical (acantilado rocoso)	Indefinida	90

Relaciones de pendientes de corte y relleno con equivalentes de pendiente en porcentaje y grado.

- Estabilizar los suelos erosionables y expuestos mediante siembra, compactación, enrocado, bancada, acolchado u otros medios adecuados antes de la escorrentía primaveral.
- En el pie de los taludes de terraplén potencialmente erosionables, especialmente cerca de los cauces de los arroyos, apilar un máximo de 60 cm (2 pies) de residuos de corte en una fila paralela al camino para atrapar los sedimentos. Cuando se lleva a cabo al mismo tiempo que la construcción del camino, esta práctica puede controlar eficazmente el movimiento de sedimentos y proporcionar una forma económica de eliminar los residuos del camino. Limitar la altura, anchura y longitud de estos cordones de residuos de corte apilados para no obstaculizar el movimiento de la fauna ni crear riesgos relacionados con la presencia de material combustible.

- Las vallas geotextiles pueden usarse como trampas de sedimentos hasta que se materialicen medidas más permanentes como la resiembra. Retirar las trampas temporales cuando ya no sean necesarias.
- Evitar la incorporación de detritos leñosos potencialmente inestables en la parte de relleno del prisma del camino. Cuando sea posible, deje los árboles o arbustos enraizados existentes en el pie del talud de terraplén para estabilizar el relleno.

Corte y relleno

La mayoría de los caminos forestales se construyen excavando un firme. Use diseños de caminos y trazados sobre el terreno para demostrar los taludes de corte adecuados y para indicar la inclinación del talud de corte a los operadores de máquinas. El buldócer comienza en la parte superior del talud de corte, excavando y volcando lateralmente el material hasta obtener la pendiente y la anchura de camino deseadas. El material procedente de los cortes suele ser empujado o amontonado por delante de la hoja hacia las zonas donde se necesita relleno. Use el relleno del camino para cubrir las alcantarillas y fortalecer las zonas bajas. Extienda y compacte las capas de relleno para desarrollar resistencia, ya que debe soportar el tráfico.

Bancada completa

Mientras que la construcción de caminos de corte y relleno se usa habitualmente en terrenos de suaves relieves, los caminos de bancada completa se construyen casi siempre en terrenos escarpados con pendientes superiores al 65 por ciento. En la

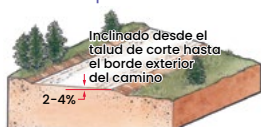
construcción de bancada completa, todo el firme se excava en la colina. El material excavado se empuja o transporta a una zona que necesita relleno o a una zona de eliminación.

- Diseñar caminos para equilibrar cortes y rellenos o usar las bancadas completas cuando no sea posible construir con rellenos estables.
- Durante el proceso de corte y relleno, evite que los vertidos laterales o el material de desecho entren en los arroyos de agua, y no los coloque en zonas inestables donde puedan erosionarse. Siempre que sea posible, mantenga los caminos fuera de las ZGR para mitigar este problema.
- Las canteras pueden contaminar las aguas superficiales; tomar precauciones para controlar el drenaje y el escape de sedimentos.
- La quema puede usarse para eliminar raíces, residuos de corte y restos vegetales durante la construcción de caminos. Evitar en la medida de lo posible eliminar los residuos de corte apilándolos y quemándolos en las ZGR. Minimizar los efectos sobre el suelo, la calidad del agua y los recursos ribereños planificando adecuadamente el tamaño de las pilas, los límites de tamaño de los trozos de material combustible, el espaciado y las prescripciones de quema de conformidad con las leyes y normativas estatales o locales si no se dispone de alternativas prácticas para la eliminación de los residuos de corte en la ZGR.

Drenaje del firme y tipos de caminos

- Variar las pendientes de los caminos para reducir el flujo concentrado en las cunetas y alcantarillas de drenaje laterales y en los taludes de terraplén y los firmes.
- Proporcionar un drenaje adecuado de la superficie de todos los caminos permanentes y temporales mediante el uso de caminos con peralte hacia afuera o con bombeo a dos aguas, sumideros de drenaje

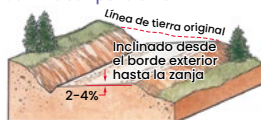
Camino con peralte hacia afuera



Se utiliza carretera con peralte exterior cuando:

- La pendiente del camino es suave o plana ($<8\%$)
- La zanja o talud de corte es inestable
- La superficie se puede mantener lisa
- El camino está desocupado
- El celo se puede controlar
- El uso del camino es estacional y el tráfico es ligero.

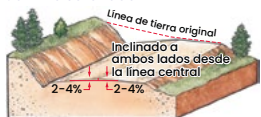
Camino con pendiente



Se utiliza camino con pendiente hacia adentro cuando:

- La pendiente del camino es pronunciada ($>8\%$)
- El drenaje superficial se lleva a una zanja o drenaje superficial.
- La pendiente exterior provoca erosión del relleno
- La pendiente de salida es ineficaz debido a los surcos
- Son frecuentes las condiciones de camino resbaladizo o helados.

Camino coronado

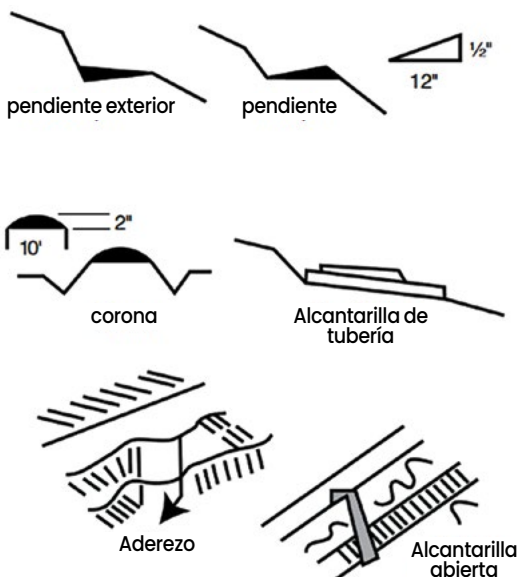


Se utiliza vía coronada cuando:

- Se necesitan dos carriles de tráfico
- El camino de un solo carril está en una pendiente pronunciada.
- Es posible realizar un mantenimiento regular de zanjas, coronas y drenajes transversales.
- Son frecuentes las condiciones de camino resbaladizo o helados.
- La pendiente del camino es plana (relleno de corona)

Carretera con peralte. Ilustración: CSFS

o caminos con peralte hacia adentro con drenajes transversales. Tener cuidado al construir perfiles de camino con peralte hacia afuera o con bombeo a dos aguas. Si la inclinación del bombeo o el peralte es excesiva, puede hacer imposible mantener los camiones sobre la superficie de rodadura en condiciones de hielo y otras condiciones de baja tracción.



Tipos generales de drenaje superficial

Ilustración: CSFS

- **Caminos con peralte hacia afuera:** Los caminos con peralte hacia afuera proporcionan un medio para dispersar el agua en un flujo de baja energía desde el firme. Los caminos con peralte hacia afuera son apropiados cuando los taludes de terraplén son estables, ya que el drenaje no fluirá directamente a los cauces de los arroyos y se pueden cumplir las consideraciones de seguridad para el transporte. Una superficie lisa es clave para un camino con peralte hacia afuera eficiente. Se debe mantener el camino alisado y con la inclinación adecuada (desde la orilla de corte hasta el borde exterior de la explanada) para que el agua pueda drenar a través del camino sin crear canales en el firme.
- **Caminos con peralte hacia adentro:** Los caminos con peralte hacia adentro conducen el agua superficial del camino a una cuneta a lo largo de la parte cóncava del meandro. Diseñar cunetas con pendientes superiores al 2 por ciento, pero no superiores al 8 por ciento en el caso de caminos con peralte hacia adentro para evitar la sedimentación y la erosión de la cuneta. Las pendientes más altas pueden ser adecuadas para suelos más estables, pero se deben prever suficientes alcantarillas, vertederos de caída o cunetas revestidas. Usar las pendientes más bajas para suelos menos estables.
- **Bateas:** Una batea es una porción de camino inclinada para conducir el agua desde el borde interior hacia el borde exterior sobre terreno natural. Las bateas bien construidas pueden ser un

método económico de canalizar el flujo superficial fuera del camino. Construir bateas lo suficientemente profundas en el subrasante para que el tráfico no las destruya; la longitud y la profundidad deben proporcionar el drenaje necesario pero no suponer un peligro para los conductores. La pendiente transversal debe ser al menos un 1 por ciento superior a la pendiente original del camino.



*Camino temporal construido mediante un sorteo efímero.
Foto: CSFS*

Diseño de caminos que alteren lo menos posible los patrones de drenaje

- Evitar el movimiento de sedimentos ladera abajo mediante el uso de cámaras de captación de sedimentos, rejillas de drenaje, cambios en la pendiente del camino, muros de contención o taludes de corte rebajados.
- Siempre que sea posible, instalar alcantarillas de alivio en la pendiente del talud original del terreno; de lo contrario, usar salidas revestidas con roca

o anclar las bajantes para transportar el agua de forma segura a través del talud de terraplén.

- Inclinar las alcantarillas de alivio entre 20 y 30 grados hacia la entrada de la cuneta para mejorar su eficacia. Proteger el extremo aguas arriba de las alcantarillas de los drenajes transversales para evitar que se obstruyan. Las rejillas de drenaje instaladas en la cabecera de una alcantarilla de alivio ralentizan el flujo de agua, ayudan a asentar los sedimentos y protegen la alcantarilla de obstrucciones. Las entradas revestidas de roca evitan que el agua erosione y socave la alcantarilla y fluya por debajo del camino.
- Proporcionar disipadores de energía (pilas de rocas, troncos, etc.) donde sea necesario en el extremo aguas abajo de las alcantarillas de alivio para reducir la energía de erosión del agua emergente.
- Los drenajes transversales, alcantarillas, cabellones desviadores, bateas y otras estructuras de drenaje no deben descargarse en suelos erosionables o taludes de terraplén sin proteger la desembocadura.
- Dirigir el drenaje del camino a través de ZGR, campos de filtración u otras estructuras de asentamiento de sedimentos que sean lo suficientemente grandes como para albergar el volumen de agua previsto. Instalar elementos de drenaje para caminos por encima de los cruces de arroyos para dirigir la descarga hacia zonas de filtración antes de entrar en un arroyo. Para

evitar la creación de nuevos barrancos, disipar la escorrentía a través de estos filtros, en lugar de permitir que se concentre.

- Las alcantarillas de alivio transfieren el agua de una cuneta en el lado ascendente de un camino, por debajo de la rasante, y la liberan en una zona estable; evitan que el agua cruce el firme y ablande la explanada. Instalar alcantarillas en un ángulo de 30 grados para mejorar el flujo. Garantizar una pendiente adecuada de al menos 13 cm (5") por cada 3 metros (10 pies) (4 por ciento). Asentar la alcantarilla en la pendiente natural sobre material de relleno libre de rocas o escombros, que podrían perforar la tubería o arrastrar agua alrededor de la alcantarilla. Cubrir con tierra (evitando que la perforen grandes rocas) y compactar la tierra al menos hasta la mitad del lateral para evitar que el agua se filtre alrededor de la alcantarilla. (Regla empírica para cubrir las alcantarillas: un mínimo de 30 cm (1 pie) o un tercio del diámetro de la alcantarilla, lo que sea mayor). Asegurarse de que el extremo de salida se extienda más allá de cualquier terraplén y desemboque en un faldón de roca, grava, maleza o troncos.

Mantenimiento

- Inspeccionar y brindar mantenimiento periódico a los elementos de control de la erosión. Esto incluye la limpieza de bateas y drenajes transversales, la reparación de cunetas, la señalización de las entradas de alcantarilla para facilitar su localización

y la limpieza de los residuos de las alcantarillas. Drenar con una pala los pequeños puntos de recolección de agua para secar los posibles agujeros de barro y eliminar las acumulaciones de hielo de las cunetas de drenaje durante las operaciones invernales.

- Evitar usar los caminos durante los periodos húmedos si dicho uso puede dañar permanentemente los elementos de drenaje del camino.

Precauciones al nivelar el camino

- Nivelar el firme solo con la frecuencia necesaria para mantener una superficie de rodadura estable y conservar el drenaje original de la superficie.
- Evitar cortar el pie de los taludes de corte al nivelar caminos o abrir cunetas.
- Evitar nivelar tramos de camino que no lo necesiten; esto crea una fuente de sedimentos procedentes de la superficie recién alterada. Levantar la cuchilla donde no sea necesario nivelar.

Cierre de caminos

- Una vez finalizadas las operaciones estacionales, bombear a dos aguas, inclinar hacia fuera, inclinar hacia dentro o poner caballones desviadores en el firme. Eliminar las bermas del borde exterior donde se canaliza la escorrentía.

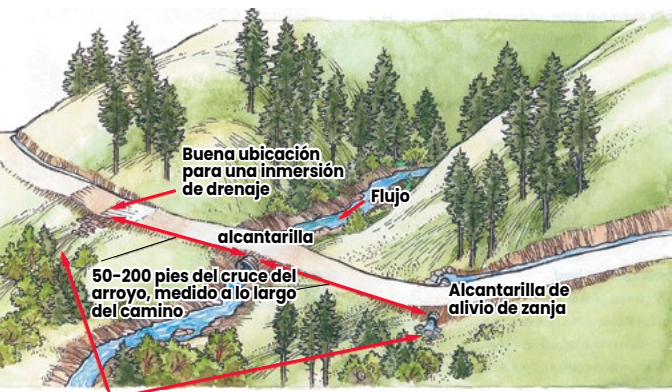
- Dejar los caminos abandonados en un estado que proporcione un drenaje adecuado sin más mantenimiento. Cerrar estos caminos al tráfico, escarificar si es necesario y volver a sembrar. Si es necesario, volver a pavimentar y colocar caballones desviadores o bateas.
- El control del tráfico en los caminos forestales puede ser una forma eficaz de reducir sus costos de mantenimiento y proteger otros recursos forestales. El control del tráfico



Los caminos forestales suelen cerrarse durante la temporada de lodo en Colorado. Foto: USDA, Bosque Nacional Medicine Bow

puede incluir el cierre total del camino, el cierre temporal o estacional, o la apertura del camino solo para uso ligero. Cualquier grado de control requiere inspecciones de mantenimiento.

- Los puentes pueden presentar problemas especiales para el cierre de caminos. Eliminar todas las estructuras de puentes a menos que los planes incluyan inspecciones periódicas de los estribos para detectar erosión y otros problemas potenciales.
- Si los planes no incluyen un mantenimiento regular de los caminos cerrados, las alcantarillas obstruidas presentarán problemas de erosión. Eliminar alcantarillas y crear caballones desviadores para desviar el agua en caminos abandonados. Colocar los caballones desviadores más cerca en las zonas más propensas a la erosión. Al retirar las alcantarillas, acumular la tierra en un lugar seguro donde pueda recuperarse y no se erosione. Remodelar las orillas hasta conseguir una pendiente estable.
- Si se retiran puentes y alcantarillas, todos los elementos de drenaje deberán restablecerse a su estado natural, incluida la resiembra del firme y de todos los taludes de corte y terraplén.



El drenaje de la zanja debe dirigirse hacia un filtro de vegetación y no debe permitirse que continúe fluyendo por la zanja hasta el arroyo.

Ilustración: CSFS

CRUCES DE ARROYOS

Los arroyos pueden cruzarse con alcantarillas, puentes o vados. Las alcantarillas son las estructuras de cruce más comunes. Los puentes son ideales para arroyos grandes y zonas con problemas de residuos flotantes. Los puentes pueden tener menos impacto en la pesca que otros métodos. Los vados son menos deseables debido a la continua alteración del lecho del arroyo.

Photo: CSFS

PUNTOS CLAVE

1. Obtener los permisos adecuados (por ejemplo, 404) para el cruce de arroyos, si son necesarios.
2. La planificación cuidadosa del cruce de un arroyo es crucial para reducir su impacto.
3. La construcción de cruces de arroyos tiene el mayor potencial de causar contaminación inmediata por sedimentos.
4. Consultar a los expertos locales en pesca y fauna silvestre para reducir el impacto sobre los comportamientos estacionales.

Para más información, consulte el Manual de campo de caminos forestales de Colorado. Elegir el método correcto de cruce de arroyos depende de las siguientes consideraciones:

- Tamaño del arroyo
- Costo de construcción y mantenimiento
- Cantidad y años de uso del camino
- Disposición, inclinación y ángulo del camino con respecto al arroyo
- Cimentación, tipo y condiciones del suelo
- Equipos y materiales disponibles
- Autorizaciones aplicables

Un método o dimensionamiento inadecuado del cruce de arroyos puede provocar daños importantes tanto en el lugar inmediato como en los usos del agua del arroyo. Las vías bien diseñadas permitirán que incluso los equipos pesados usen los cruces de arroyos con poca sedimentación.

MPG aplicables

Cruces de arroyos y protección de riberas

- ✓ Obtener los permisos adecuados (por ejemplo, 404) para el cruce de arroyos, si son necesarios
- ✓ Cruzar los arroyos en ángulo recto siempre que sea posible
- ✓ Usar estructuras de tamaño adecuado para el cruce de arroyos
- ✓ Montar un drenaje directo para el camino lejos del cruce del arroyo
- ✓ Evitar los cruces de arroyos no mejorados

Instalación de cruces de arroyos

- ✓ Minimizar la alteración del cauce del arroyo
- ✓ No colocar material en los cauces de los arroyos
- ✓ Adaptar las alcantarillas de cruce de arroyos al lecho y la pendiente naturales
- ✓ Colocar las alcantarillas ligeramente por debajo del nivel del arroyo
- ✓ Prevenir la erosión de las alcantarillas que cruzan los arroyos y los rellenos de los puentes (es decir, blindar la entrada y la salida)

- ✓ Proporcionar una cobertura mínima para las alcantarillas que cruzan los arroyos
- ✓ Planificar el desvío de los cauces para minimizar la sedimentación aguas abajo

Requisitos legales

En algunos casos, es necesario obtener ciertos permisos antes de alterar el cauce de un arroyo. Se exige el cumplimiento de la Sección 404 de la Ley de Aguas Limpias si la actividad puede afectar a cualquier zona acuática considerada “aguas de los EE. UU.”. Consulte al Cuerpo de Ingenieros del Ejército de EE. UU. de su localidad para determinar si necesita un permiso 404. Es posible que se requieran permisos adicionales en función de las jurisdicciones locales. Las consecuencias de operar sin el permiso necesario pueden ser importantes y pueden incluir la paralización de las obras y multas.

Consideraciones sobre el diseño

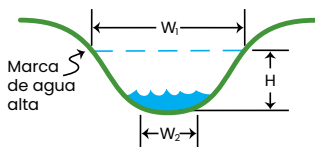
- Diseñar cruces de arroyos y alcantarillas para el paso adecuado de los peces, un impacto mínimo en la calidad del agua y para manejar los picos de escorrentía y las inundaciones.
- Si es posible, cruzar los arroyos en ángulo recto con el cauce principal.
- Ajustar la pendiente del camino para reducir la concentración de agua transportada por las cunetas de drenaje a los cruces de arroyos.

- El drenaje directo fluye a través de una ZGR y se aleja del lugar de cruce del arroyo.
- Evitar los cruces de arroyos no mejorados. Cuando no sea posible construir una alcantarilla o un puente, colocar los pasos en una parte estable y rocosa del cauce del arroyo.

Puentes portátiles/provisionales

Cuando un arroyo corta el acceso a un terreno forestal en el corto plazo, los puentes portátiles o provisionales pueden ser una solución. Estos puentes ofrecen comodidad a un costo relativamente bajo. La explotación maderera y otras actividades forestales pueden llevarse a cabo en un corto periodo de tiempo, y el cruce puede restaurarse fácilmente a su estado original.

Dimensionamiento de alcantarillas



W_1 = Ancho del canal en pleamar (pies)

W_2 = Ancho del canal en el fondo (pies)

H = Altura del agua alta sobre el fondo del canal (pies)

Área de alcantarilla con 100% = $H \times (W_1 + W_2)$
factor de seguridad (pies cuadrados)

Método rápido para calcular el área del extremo de la alcantarilla.
Fuente: CSFS

Área de la sección transversal (pies cuadrados)	Diámetro de alcantarilla requerido (pulgadas)
1.80	18
3.10	24
4.90	30
7.10	36
9.60	42
12.60	48
15.90	54
19.60	60
23.80	66
28.30	72
33.20	78
38.50	84
44.20	90

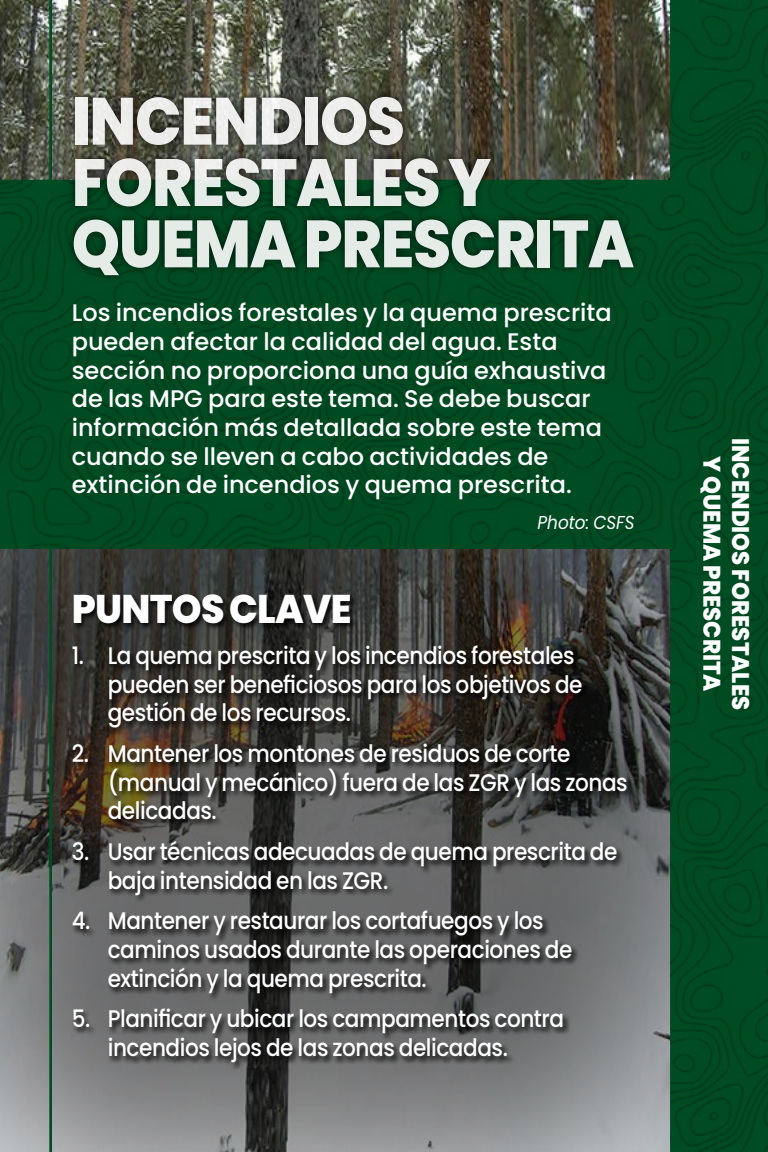
Diámetro de tubería de alcantarilla circular requerido para una sección transversal dada el área del curso de agua. Fuente: Haussman, R.F., Emerson W. Pruett. 1978. Caminos de tala permanentes para una mejor gestión de los bosques. Servicio Forestal del USDA, Silvicultura estatal y privada; Broomall, PA. 43 págs.

Instalación de cruces de arroyos

La construcción de cruces de arroyos tiene el mayor potencial de causar contaminación inmediata por sedimentos. Termine el trabajo lo antes posible durante una época del año en la que se produzcan los menores daños.

- Minimizar las alteraciones del cauce del arroyo y los problemas de sedimentos relacionados durante la construcción del camino y la instalación de las estructuras de cruce del arroyo.
- Cronometrar las actividades de construcción para proteger la pesca y la calidad del agua. Terminar el trabajo lo antes posible durante una época del año en la que se produzcan los menores daños. Consultar a su experto local en pesca para determinar el momento ideal para la construcción.
- No colocar material erosionable en los cauces de arroyos. Retirar el material acopiado de las zonas de aguas altas.
- Ubicar las circunvalaciones provisionales donde el curso del arroyo reciba una perturbación mínima.
- Cuando se usen alcantarillas para cruzar pequeños arroyos, instalarlas de forma que se ajusten al lecho natural y a la pendiente en todos los arroyos que son aptos para la vida de los peces.
- Colocar las alcantarillas ligeramente por debajo del nivel normal del arroyo para evitar barreras al paso de los peces y facilitar la sedimentación.

- No alterar los cauces de los arroyos aguas arriba de las alcantarillas a menos que sea necesario para proteger el terraplén o evitar el bloqueo de la alcantarilla.
- Instalar alcantarillas para evitar la erosión del terraplén. Compactar el material de relleno para evitar filtraciones y derrumbes. Revestir la entrada y/o la salida con rocas u otro material adecuado cuando sea necesario. Los cimientos de la alcantarilla y las paredes de la zanja deben estar libres de troncos, tocones, ramas o rocas que puedan dañar la tubería.
- Considerar la posibilidad de desaguar los lugares de cruce de arroyos durante la instalación de alcantarillas.
- Para evitar el aplastamiento por el tráfico, usar una cubierta mínima de 30 cm (1 pie) para las alcantarillas de 45 a 90 cm (18" a 36") de diámetro y una cubierta de 0.85 cm (1/3") de diámetro para las alcantarillas más grandes.

A background image of a forest with tall, thin trees. In the distance, a fire is visible, likely a prescribed burn. The image is used as a background for the title and the main text.

INCENDIOS FORESTALES Y QUEMA PRESCRITA

Los incendios forestales y la quema prescrita pueden afectar la calidad del agua. Esta sección no proporciona una guía exhaustiva de las MPG para este tema. Se debe buscar información más detallada sobre este tema cuando se lleven a cabo actividades de extinción de incendios y quema prescrita.

Photo: CSFS

PUNTOS CLAVE

1. La quema prescrita y los incendios forestales pueden ser beneficiosos para los objetivos de gestión de los recursos.
2. Mantener los montones de residuos de corte (manual y mecánico) fuera de las ZGR y las zonas delicadas.
3. Usar técnicas adecuadas de quema prescrita de baja intensidad en las ZGR.
4. Mantener y restaurar los cortafuegos y los caminos usados durante las operaciones de extinción y la quema prescrita.
5. Planificar y ubicar los campamentos contra incendios lejos de las zonas delicadas.

MPG aplicables

Protección del suelo y el agua de los efectos de la quema prescrita

- ✓ Minimizar la erosión del suelo. Evitar que las cenizas, sedimentos, nutrientes y residuos entren en las aguas superficiales, y mantener las **MPG aplicables a las ZGR: Instalación de cruces de arroyos (p. 45)**

Estabilización de los daños relacionados con la extinción de incendios

- ✓ Restaurar las zonas alteradas por las actividades de extinción de incendios

Rehabilitación de emergencia de cuencas hidrográficas afectadas por incendios forestales

- ✓ Aplicar medidas correctivas para minimizar la pérdida de suelo, el deterioro de la calidad del agua y las amenazas para la vida y la propiedad, tanto dentro como fuera del emplazamiento

Quema prescrita

- Usar quemas prescritas de baja intensidad según proceda en las ZGR cuando sea necesario para tratar especies invasoras, mejorar el hábitat de la fauna silvestre o reducir la carga de combustible.
- Los montones de residuos de corte no deben colocarse ni quemarse dentro de las ZGR.
- Los montones apilados a mano deben colocarse en zonas abiertas, fuera de las ZGR, para que cuando se quemen no aporten cenizas a los arroyos.
- Los montones apilados con máquinas deben colocarse en los patios de acopio o cerca de ellos, alejados de las ZGR, ya que pueden aportar volúmenes significativos de cenizas y escombros a los arroyos si se sitúan cerca de arroyos de agua.
- Después de quemar los montones apilados a mano y a máquina, rastrillar el material del suelo forestal cercano sobre la zona quemada para reintroducir semillas nativas en la zona y minimizar el suelo expuesto que pueda ser ocupado por hierbas invasoras. Si se sabe que hay hierbas invasoras, considerar la posibilidad de sembrar en lugar de rastrillar el material adyacente.
- Los corredores de arroyos con vegetación densa se usan a veces como líneas negras durante la quema prescrita al voleo, ya que pueden servir como lugares de retención eficaces una vez quemados. Sin embargo, la quema en estos corredores densos expone al arroyo a un aumento de la temperatura

del agua debido a la mayor radiación solar sobre el arroyo, y la eliminación de la cubierta vegetal dentro de la ZGR puede contribuir a la sedimentación y a la introducción de grandes volúmenes de ceniza y nutrientes en el arroyo. Considerar el uso de líneas negras y la construcción de líneas de contención alejadas de la ZGR para minimizar estos impactos en los arroyos.

- A la hora de planificar las quemas prescritas, hay que tener en cuenta la intensidad del fuego a medida que se desplaza por las zonas de vegetación densa. Considerar quemas prescritas que garanticen una exposición mínima del suelo, permitan una rápida regeneración de la cubierta vegetal y mantengan la estabilidad del fondo de drenaje y la resistencia a episodios de lluvia de gran intensidad.

Extinción de incendios: Cortafuegos y caminos

Estabilizar todas las zonas en las que haya aumentado significativamente el potencial de erosión o se hayan alterado los patrones de drenaje por las actividades de extinción de incendios.

Los tratamientos de los daños incluyen, entre otros, los siguientes:

- Instalación de caballones desviadores y otras desviaciones de drenaje en caminos, cortafuegos y otras zonas despejadas

- Sembrar, regar, plantar y abonar para proporcionar una cubierta vegetal
- Esparcir los residuos de corte o acolchado para proteger el suelo desnudo
- Reparar las instalaciones de drenaje de caminos dañados
- Retirar los residuos depositados en los cauces de los arroyos por los suelos demasiado quemados
- Escarificar las zonas donde sea necesario para favorecer la percolación en suelos demasiado quemados

Campamentos contra incendios

- Proteger los recursos hídricos superficiales y subterráneos de nutrientes, bacterias y productos químicos asociados a la eliminación de residuos sólidos y aguas residuales.
- Diseñar y ubicar los campamentos de tala, secundarios y contra incendios, así como sus correspondientes instalaciones de eliminación de aguas residuales, de una manera que evite efectos adversos.
- Arrojar la basura y otros residuos sólidos en un vertedero debidamente designado, operado y autorizado.

Rehabilitación y recuperación de cuencas hidrográficas

Como los incendios forestales siguen quemando con gran intensidad en Colorado, los esfuerzos de recuperación tras incendios seguirán siendo fundamentales para restaurar las funciones críticas de las cuencas hidrográficas. Para obtener más información sobre las recomendaciones para después de un incendio, consulte el Manual de recuperación después de un incendio de Colorado y colabore con sus expertos locales.

Flujo de escombros tras el incendio de East Troublesome. Foto: CSFS



Minimice la pérdida de productividad del suelo y del emplazamiento, las amenazas para la vida y la propiedad, y el deterioro de la calidad del agua tanto dentro como fuera del emplazamiento a través de estas actividades:

- Sembrar hierbas u otra vegetación para proporcionar una cubierta protectora lo antes posible.
- Fertilizar.
- Proteger con vallas la nueva vegetación.
- Limpiar los desechos de los cauces de arroyos.
- Construir estructuras de estabilización de canales y de retención de escombros.



SUSTANCIAS Y OPERACIONES PELIGROSAS

Los productos químicos, como pesticidas, insecticidas y fertilizantes, pueden ser herramientas importantes para alcanzar los objetivos de gestión forestal si se usan adecuadamente.

Photo: Lucy Bauer, Fireweed Ecological Services LLC



PUNTOS CLAVE

1. Cumplir toda la normativa vigente.
2. Usar aplicadores autorizados.
3. Garantizar la correcta manipulación de todos los productos químicos.
4. Desarrollar y aplicar planes de contingencia contra derrames para todo uso de productos químicos.

MPG aplicables

- ✓ Conocer y cumplir la normativa que regula el almacenamiento, manipulación, etc., de sustancias peligrosas
- ✓ Seleccionar lugares adecuados para el mantenimiento y el abastecimiento de combustible a fin de evitar la contaminación de las aguas por derrames accidentales
- ✓ Aplicar correctamente los pesticidas y controlar sus efectos
- ✓ Manipular adecuadamente los fertilizantes para reducir los posibles efectos adversos sobre la calidad del agua

Pesticidas y fertilizantes

- Conocer y cumplir toda la normativa que regula el almacenamiento, la manipulación, la aplicación (incluida la autorización de los aplicadores) y la eliminación de sustancias peligrosas. Los aplicadores de pesticidas requieren una capacitación especial y autorización estatal. Para más información, póngase en contacto con el Departamento de Agricultura de Colorado.
- Manipular y aplicar adecuadamente los fertilizantes para reducir o eliminar los efectos adversos sobre la calidad del agua.
- Evitar la contaminación del agua y el riesgo para los seres humanos y la vida acuática al limpiar y desechar adecuadamente los envases de

pesticidas. (Se deben seguir las leyes federales, estatales y locales al limpiar y desechar los envases y equipos. Los registros deben documentar cómo y dónde se desechan los envases).

- El almacenamiento y la manipulación inadecuados de productos petrolíferos y combustibles pueden suponer un peligro para la calidad del agua. Ubicar las instalaciones lejos de las zonas ribereñas y limpiar los derrames.
- El mantenimiento de las máquinas en el bosque puede contaminar el agua. No permitir que los residuos de aceite y anticongelante se viertan en el suelo; en su lugar, elimine los aceites, filtros y piezas usados de forma responsable: empaquételes.
- Desarrollar un plan de contingencia contra derrames, incluida la limpieza, para gestionar los derrames accidentales.

Impedir la entrada de sustancias peligrosas en las aguas superficiales

- Seguir siempre las instrucciones de la etiqueta del producto químico para obtener orientación adicional sobre el uso cerca del agua y las zonas de contención.
- Es necesaria una zona de contención vegetal adecuada para garantizar que los productos químicos no se rocíen ni se viertan en las aguas superficiales, ya sea directamente o a través de la escorrentía.

- Si se requiere la aplicación aérea de pesticidas, comprobar las restricciones en la etiqueta.
- Desarrollar un plan de contingencia contra derrames para gestionar los derrames accidentales y la limpieza.
- Para aumentar la eficacia y evitar el transporte a las corrientes de agua, aplicar los productos químicos durante las condiciones meteorológicas adecuadas (generalmente tranquilas y secas) y durante el momento óptimo para el control de la plaga o maleza.

Fotografía: Lucy Bauer, Fireweed Ecological Services LLC



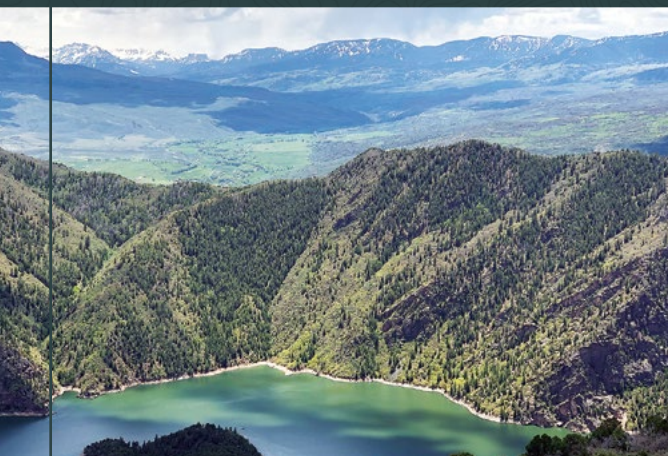
CONCLUSIONES

Es fundamental que salvaguardemos el futuro de nuestros recursos hídricos. Con la cooperación de todos los usuarios de los bosques y el cumplimiento de las directrices descritas en esta publicación, podemos proteger la calidad del agua que fluye de las tierras forestales de Colorado.

Las mejores prácticas de gestión (MPG) continuaran mejorando a medida que aumente el conocimiento de nuestros bosques. Los gestores forestales y los profesionales de la industria maderera desarrollan continuamente nuevas técnicas y equipos para satisfacer diversas necesidades.

Gracias por hacer todo lo posible para que las MPG funcionen en los bosques de Colorado.

Foto: CSFS





RECURSOS

Colorado Department of Public Health and Environment

Colorado Department of Agriculture

Colorado Forest Restoration Institute

Colorado Parks and Wildlife

Colorado State Forest Service

- Colorado Forest Action Plan
- Colorado Forest Road Field Handbook
- BMP Field Monitoring Reports
- Other Publications

Colorado State University Extension

Colorado Timber Industry Association

Environmental Protection Agency

Distritos locales de conservación

.....

Contacto para obtener información sobre cómo solicitar esta publicación:

Colorado State Forest Service

Universidad Estatal de Colorado

csfs.colostate.edu

970•491•6303

CSFS_SO@colostate.edu