

# LA RESTAURACIÓN DE LA CUBIERTA VEGETAL EN EL ENTORNO DE LAS CARRETERAS

Joaquín Navarro Hevia\* y Maite Ugalde Díaz\*\*

\* Ingeniero de Montes. Dpto. de Ingeniería Agrícola y Forestal de la Universidad de Valladolid. \*\* Ingeniero Técnico Forestal

## INTRODUCCIÓN

La construcción o remodelación de las obras de infraestructura produce diversas alteraciones en el medio natural entre las que destacan la destrucción de la vegetación preexistente y la modificación y fragmentación del terreno y el paisaje.

En lo que a carreteras se refiere, dichas acciones se traducen en la aparición de suelos carentes de cubierta vegetal sobre fuertes taludes, en los enlaces, medianas o raquetas y alteraciones en la red de drenaje original.

Las superficies desnudas quedan expuestas a fenómenos de meteorización y erosión hídrica y eólica, en función del clima de la zona, de la orientación, de la pendiente del terreno,... lo que conduce, según sea la naturaleza de los suelos, a la caída de fragmentos, a su desestabilización (deslizamientos), o al arrastre (erosión laminar, en regueros y en cárcavas).

Estos procesos provocan, por un lado, problemas de seguridad vial como consecuencia del aporte de material suelto a los carriles de circulación, aterramiento de los drenajes previstos, lo que disminuye la capacidad de evacuación de las aguas de escorrentía e incrementa el riesgo de inundación; por otra parte, se altera la productividad biológica de la zona, se destruye el refugio y alimento de la fauna local, se fragmenta su hábitat y se altera la calidad del aire y de las aguas. Igualmente se produce una grave alteración del paisaje, se incrementa la monotonía (hecho que repercute desfavorablemente en la atención del conductor, en el cansancio y, por lo tanto, en su seguridad), se pierden los elementos tonificantes de la vegetación, etc.

Ante estos problemas, conviene señalar que tanto una vegetación arbórea como arbustiva bien emplazada contrarresta todos los efectos anteriormente descritos; además actúa como cortavientos que reduce la fricción del aire sobre los vehículos, lo que implica una mayor estabilidad en la circulación y un ahorro considerable de combustible. Por otra parte, la alineación de árboles caducifolios en los bordes de las carreteras favorece, en un clima como el de la España mediterránea, la disminución en el firme, vehículo y conductor del efecto de las altas temperaturas durante el verano, debido a la sombra que proporciona, mientras que durante el invierno, la falta de hojas permite el paso de la radiación solar facilitando la desaparición de posibles capas de hielo. Durante la noche, los árboles y arbustos emplazados en las medianas y enlaces protegen a los conductores de los deslumbramientos y permiten utilizar las luces de larga distancia; por estos motivos, contribuyen a una mejor visibilidad, a retrasar la aparición del cansancio ocular y a un incremento de la seguridad vial.

Otro de los aspectos relacionados con el tema de la seguridad en las carreteras es el de la velocidad de los vehículos. Los árboles y arbustos plantados a lo largo del trazado de estas vías au-

mentan la sensación de velocidad, en respuesta los conductores tienden a circular por debajo de los límites recomendados. Los alemanes utilizan grupos de árboles plantados en el borde de los carriles de salida de las autopistas para que los conductores tomen conciencia de su velocidad. En este sentido se han hecho ensayos cuyos resultados revelan que para el conductor la sensación de velocidad es mayor a 60 km/h por una carretera arbolada, que a 120 km/h por una zona llana y despejada.

En otras pruebas realizadas en Austria, vehículos lanzados a 60 km/h se detuvieron a una distancia de 3 metros desde la colisión con una pantalla de matorral. Se ha calculado que para detener a un vehículo de 2.000 kg. de peso a una velocidad de 100 km/h y con un ángulo de incidencia de 20° se necesita un espacio de 14 metros de plantación, (RUZA, 1992).

Así pues, la restauración de la vegetación en los terrenos afectados por las carreteras corrige o disminuye los impactos citados y eleva el grado de seguridad en la conducción. De lo que se concluye que debe ser considerada una acción prioritaria tanto en la elaboración de los proyectos como en las ejecuciones posteriores, para lo cual será necesario proporcionar los presupuestos adecuados y un riguroso control de la obra para su correcta realización (actualmente sólo el 3% del presupuesto de los proyectos que se redactan son dedicados a correcciones medioambientales, (ESCUADERO, 1993).

## IMPACTOS AMBIENTALES DE LAS CARRETERAS

### Impactos sobre el suelo

La construcción y ampliación de las vías de comunicación supone en muchas ocasiones la destrucción de suelos fértiles con una gran vocación agrícola, ganadera o forestal. Los terrenos afectados serán difícilmente recuperables para su uso original. Es por ello por lo que las áreas de influencia cercanas a las obras viarias merecen una máxima atención y cuidado en su rehabilitación. Las zonas de préstamo, para la ejecución de terraplenes en los enlaces y accesos a autopistas y autopistas, se abandonan pasando a formar parte de vertederos incontrolados cuando en otro tiempo eran terrenos dedicados a cultivos, pastos o caza.

Dentro de las propias obras, la remodelación de los terrenos crea superficies excesivamente compactadas y desprovistas de vegetación en zonas llanas o en fuertes pendientes, que se ven sometidas a la erosión hídrica y eólica, lo que origina el deterioro progresivo de las obras y su desestabilización exigiendo continuas labores de mantenimiento.

En cualquier caso, la vegetación disminuye la velocidad de la escorrentía superficial, evita la compactación de los horizon-



La vegetación del entorno tarda largos periodos de tiempo en colonizar los taludes desnudos provocados por las carreteras. A-1 (Briviesca).



En la fase de construcción se deberían empezar los labores de revegetación para evitar la erosión de los taludes. N-620 (Circunvalación Valladolid).

tes superficiales por el impacto de las gotas de lluvia y aporta materia orgánica mejorando la estructura y la fertilidad edáfica. Su sistema radical mejora la capacidad de infiltración del suelo y lo sostiene; en climas muy húmedos, mantiene los suelos por debajo de su capacidad de retención de agua, lo que reduce el riesgo de deslizamientos. Con respecto al viento, la vegetación frena su velocidad y por tanto su capacidad erosiva. En definitiva, contribuye a una mejor recuperación y conservación del potencial productivo de los terrenos afectados.

#### Impactos sobre la vegetación:

- Destrucción de la cubierta vegetal afectada por el trazado de la carretera con el riesgo, además, de eliminar ejemplares de elevado valor histórico ligados a las poblaciones, o de cierto valor individual por su edad, dimensiones, ubicación, etc.
- Fragmentación del hábitat de las especies anteriormente existentes. La continuidad es un factor a tener en cuenta en la elección del trazado en función de la importancia de la masa vegetal afectada y de su extensión.
- Disminución de la diversidad genética que se traduce en un empobrecimiento de los bosquetes y rodales. Especial consideración ha de tenerse en cuenta cuando se trata de endemismos.
- Incremento del efecto borde en las masas arbóreas y desestabilización del ecosistema.

Por estos motivos, las especies elegidas para la restauración deben sustituir o corresponderse, con la mayor fidelidad posible, con las afectadas.

#### Impactos sobre la fauna:

- Pérdida de refugios y alimento.
- Fragmentación de su hábitat, lo que conduce a un aumento de la endogamia.
- Aumento de la tasa de mortalidad por atropello (el riesgo es proporcional a la anchura de la carretera). A 31/7/92 el Proyecto de Seguimiento de la Mortalidad de Vertebrados en Carretera (CODA, 1993) recoge desde 1990 un total de 41.955 datos de atropello, de los cuales el 23,76% fueron anfibios, el 6,44% reptiles, el 35,81% aves y el 33,64% mamíferos.
- Detrimiento de la calidad del biotopo por incorporación de sustancias contaminantes (gasolinas, aceites, plomo,...).

Las soluciones para la fauna se basan principalmente en la restauración de la vegetación, recomendándose para ello que las especies elegidas se ajusten a las preexistentes que proporcionaban refugio y alimento, y en la creación de pasos específicos suficientes a lo largo del trazado.

#### Impacto sobre las aguas:

- Contaminación por el arrastre de las partículas de los suelos desnudos de los taludes de desmonte y terraplén por la acción de la escorrentía superficial.
- Contaminación por aceites y metales pesados a través del lavado que ejercen las aguas pluviales sobre el firme de la carretera.

En el río Xestosa, MACÍAS y CALVO DE ANTA (1993) han detectado varios episodios de mortandades de truchas producidos, a continuación de periodos con fuertes lluvias, por la presencia en las aguas de elevadas concentraciones de sulfuros. El origen de los sulfuros es la puesta en superficie de materiales ricos en pirita en los taludes desnudos de la carretera N-640 cercana al río. Con relación a lo anterior, la vegetación realiza una función de filtro, pues disminuye la velocidad de escorrentía superficial, aumenta la capacidad de infiltración de los suelos y provoca la retención de estos compuestos y elementos que son absorbidos por el complejo edáfico, o bien, degradados por los microorganismos.

#### El ruido e impactos sobre el aire

Con respecto a estos impactos conviene resaltar que la vegetación arbustiva y arbórea ejerce un efecto pantalla excelente ante la contaminación sonora y atmosférica.

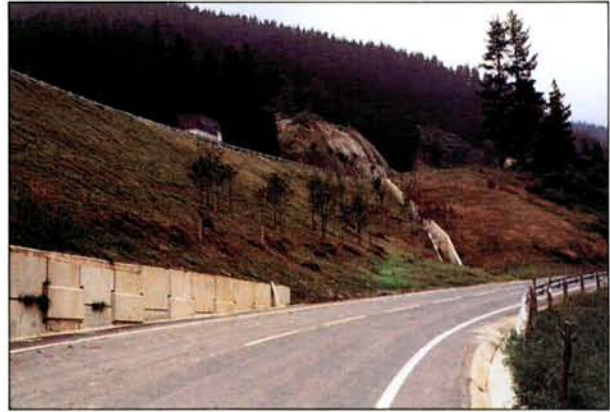
El ruido es una de las más importantes perturbaciones del medio que afectan al hombre, aunque sus consecuencias, como la pérdida de capacidad auditiva entre otras, pasan inadvertidas porque se manifiestan a medio o largo plazo (RUZA, 1989). En la actualidad, para contrarrestar estos efectos, se están empleando las pantallas antirruído, aunque muchos modelos presentan el inconveniente de la integración paisajística y de resultar excesivamente monótonas cuando se utilizan en gran medida. La combinación de las pantallas con vegetación logra el enmascaramiento y evita la distracción y el cansancio en el conductor; otra solución es la creación de alineaciones de árboles y arbustos de especies con capacidad de absorber el ruido como es el caso de la Biota orientalis.

Con relación al ruido, conviene señalar que España es, después de Japón, el país más ruidoso de la OCDE (op. cit.).

Sabiendo que a lo largo de las carreteras la contaminación atmosférica es un fenómeno persistente, será necesario recurrir, en aquellas zonas de elevada intensidad de tráfico, a especies resistentes a atmósferas contaminadas, entre las que se citan: *Ailanthus altissima*, *Gleditsia triacanthos*, *Mahonia aquifolium*, *Robinia pseudoacacia* y *Tilia tomentosa*.



*Iniciación de cárcavas en terraplén por falta de cobertura vegetal. N-620 (Valladolid Burgos).*



*Taludes hidrosembrados y posterior plantación de árboles a pie de talud, con sus tutores correspondientes. Trabakua (Bizkaia).*

### Impactos sobre el paisaje

La alteración del paisaje por una carretera es algo evidente, por ello, el paisaje es un elemento que debe estar presente tanto en la fase de diseño del trazado como en las de construcción y explotación de la carretera.

El ámbito de actuación no debe concentrarse únicamente en el corredor del trazado sino extenderse al resto de la cuenca visual, tanto del usuario como del observador exterior, teniendo en cuenta los elementos naturales circundantes (masas de agua, vegetación, geomorfología,...) como los históricos y arqueológicos para conseguir la máxima integración en el entorno.

Admitiendo que la seguridad sea un factor de primer orden se imponen trazados suficientemente variados para mantener la atención de los conductores. Las carreteras con extensos tramos rectilíneos que atraviesan vastas llanuras presentan un alto índice de accidentes por la somnolencia y el cansancio que la monotonía provoca en los usuarios. En este caso, la incorporación de árboles y arbustos, en pequeños bosquetes alternantes, con diferentes alturas, colores y formas, introducirán una mayor diversidad paisajística y estimularán la atención del conductor. No obstante, la propia restauración de la cubierta vegetal puede ser un impacto paisajístico si se abusa de especies alóctonas con distribuciones excesivamente geométricas que rompan la naturalidad buscada.

### LA RESTAURACIÓN DE LA CUBIERTA VEGETAL

Desde tiempos remotos, se ha asociado la presencia de arbolado a las vías de comunicación. Ya los romanos difundieron la plantación lineal de algunas especies, como el olmo y el castaño, buscando sombra, abrigo, materiales, o bien, por motivos estéticos.

Se tiene constancia del empleo del chopo lombardo, forma piramidal del *Populus nigra*, en plantaciones de caminos desde la Edad Media, siendo en España, junto con el *Ulmus minor* (muy difundido por José Bonaparte), el más empleado en paseos y caminos desde el siglo XVIII. (RUÍZ DE LA TORRE, 1979; RUZA, 1992).

Ya en este siglo, es en los años 20 cuando los americanos empiezan a difundir el embellecimiento de las vías de comunicación con la plantación de algunos árboles y arbustos en puntos determinados, desde un enfoque más ambiental, al considerar que las carreteras constituyen un elemento extraño al paisaje. En España, hasta mediados de siglo, se mantuvieron valiosas plantaciones que fueron destruidas en las últimas décadas con la construcción de autopistas, autovías y con el remodelado de las carreteras ya existentes (RUZA, 1992).

En algunas ocasiones, se ha argumentado en contra de las plantaciones junto a las carreteras el índice de mortalidad en los

accidentes de tráfico por el choque contra los árboles. Recientes estudios en Francia y Alemania demuestran que cuando los árboles se plantan a distancias superiores a 4 ó 5 m. del borde de las carreteras, la mortalidad de los accidentes se mantiene igual que en las carreteras donde no existe arbolado (op. cit.).

### OBJETIVOS

Actualmente, el interés en la restauración de la cubierta vegetal viene propiciado por sus efectos beneficiosos y por las exigencias medioambientales y de seguridad vial que la sociedad se plantea. Esto conduce a que los objetivos a conseguir con la implantación de la vegetación sean los siguientes:

- Conseguir la protección del suelo y de las aguas afectadas por la construcción o remodelación de las carreteras y estabilizar las áreas directamente afectadas por medio de material vegetal.
- Aumentar el grado de seguridad vial como consecuencia del punto anterior y para reducir el efecto de los agentes atmosféricos (viento, lluvia, nieve,...) sobre el vehículo y el conductor.
- Disminuir el impacto visual y el ruido.
- Conseguir la integración paisajística de las obras del trazado, así como la de la restauración.
- Lograr el mayor grado de automantenimiento en las obras de restauración.

### CONDICIONANTES

Las plantas dependen directamente, para su crecimiento y desarrollo, del medio en que habitan. La atmósfera y el agua, a través del clima, y el suelo son sus condicionantes básicos.

El establecimiento de las plantas en un terreno determinado está subordinado a la interacción de diversos factores: topográficos, climáticos y edáficos. Estos factores ambientales actúan de forma compleja y simultánea definiendo el hábitat de las plantas.

Cuando un factor ambiental determinado prevalece sobre los otros limita la existencia de una serie de especies frente a otras que, a priori, podríamos pensar que se desarrollarían en ese ámbito. Así, los suelos yesosos y salinos, o en las regiones áridas, la escasez de agua y la excesiva insolación serían factores limitantes.

Cada especie sólo puede desarrollarse correctamente dentro de un determinado intervalo de valores para cada factor; los valores máximos y mínimos que condicionan la vida de la planta nos determinan sus límites de tolerancia. Entre ellos cada especie presenta un valor óptimo para sus condiciones normales de vida.

La construcción de una carretera provoca una modificación de las condiciones naturales, de forma que algunos factores

ambientales pueden verse alterados suficientemente como para limitar la presencia de ciertas especies que antes se desarrollaban con normalidad en la zona.

Por ello, antes de abordar la restauración de la cubierta vegetal de un área determinada, habrá que estudiar los condicionantes ambientales producto del nuevo medio con el que se encuentran las plantas tras la realización de las obras.

A continuación, se comentan brevemente estos condicionantes.

**CLIMA.** Este factor nos dará una idea de la cantidad, intensidad y agresividad de las precipitaciones; el conocimiento del régimen hídrico y de las temperaturas es necesario para la elección de especies a utilizar en la restauración, así como para definir y reducir las labores posteriores de mantenimiento (riegos, puesta en luz,...)

**SUELO.** Resulta evidente que tras la ejecución del proyecto es necesario analizar los suelos de las zonas llanas, los desmontes y terraplenes donde se emplazará la vegetación para conocer las enmiendas a realizar sobre los mismos y seleccionar las especies a instaurar. Cuando las pendientes de los taludes lo permiten es conveniente cubrir dichas áreas con tierra vegetal, que facilite la instalación y desarrollo de las plantas.

Debido a la escasez y dificultad para obtener este material, se debe retirar y almacenar convenientemente, para su correcta conservación, el procedente de los horizontes superficiales de los terrenos en obra. Posteriormente, se procederá a su extendido sobre los terraplenes terminados y contribuir así a una mejora del suelo.

**FISIOGRAFÍA.** Los taludes creados por obras civiles suelen presentar fuertes pendientes que repercuten desfavorablemente en el establecimiento de la cubierta vegetal.

El grado de inclinación del talud influye sobre:

- La cantidad de radiación solar que reciben las plantas.
- El microclima del entorno: en las orientaciones de solana la temperatura es proporcional a la insolación recibida y a la pendiente, alcanzándose valores de 15 a 30° C por encima de la temperatura del aire en la época más cálida. Este efecto se ve agravado en los suelos yesosos y margosos de colores claros. En las umbrías las temperaturas en la estación fría son muy inferiores a la media. Estos hechos condicionan la germinación y el buen establecimiento de las plantas.
- Las disponibilidades hídricas (a mayores pendientes mayor escorrentía superficial y menos agua para la vegetación).
- Las dificultades técnicas para la ejecución de las labores de siembra y plantación.

La pendiente, con relación a la disponibilidad hídrica, delimita tres áreas fundamentales de intervención:

- *Taludes en desmonte y terraplén*, donde hay problemas hídricos para la instalación de vegetación arbórea. Se recomienda la revegetación con herbáceas y matorrales.
- *Áreas llanas*, que recogen las precipitaciones más los aportes de los taludes que vierten sobre ellas. No se presentan problemas para la vegetación arbustiva y arbórea.
- *Pie de talud*, que recibe el agua de la parte superior y son susceptibles de repoblarse con arbustos y arbolado.

**VEGETACIÓN.** La vegetación natural del entorno contribuirá a la elección de especies apropiadas para conseguir un máximo recubrimiento y mínimo coste de mantenimiento posterior. El estudio de la vegetación potencial permite diseñar la mezcla de especies de los diferentes estratos, herbáceo, arbustivo y arbóreo, que pueden contribuir a una más rápida evolución hacia la climax y por lo tanto a la integración paisajística.

**ESTACIÓN.** La época del año en que se deben efectuar los trabajos es vital para asegurar una protección eficaz a mínimo coste. RAMOS y col. (1983) dedujeron que los costes de las siembras realizadas en las carreteras fuera de la estación apropiada, se elevaban en un 50% con respecto a las realizadas cuando los suelos tenían tempero.

## TÉCNICAS DE RESTAURACIÓN

Tras la construcción de una carretera se tienen dos posibles alternativas:

La pasividad. Consiste en dejar que actúe la naturaleza colonizando las áreas afectadas.

La restauración de la cubierta vegetal.

Si se permite que la naturaleza obre por sí misma, todos los impactos anteriormente citados se darían durante un largo período de tiempo, hasta la recolonización de los terrenos desnudos por la vegetación circundante. Por otra parte, el carácter mediterráneo de nuestro clima conlleva una gran irregularidad climática y un elevado índice de torrencialidad. Con respecto a esto último, precipitaciones intensas provocan siempre grandes daños, económicos y humanos, que pueden ser remitidos, en parte, por la existencia de una vegetación bien desarrollada. Por lo tanto, la restauración de la cubierta vegetal es la alternativa que se impone.

Dentro de esta opción se presentan varias técnicas o posibilidades de acuerdo con el tipo de terreno y el relieve. Las más frecuentemente utilizadas se describen a continuación.

### Restauración de la vegetación herbácea

**SIEMBRA.** Para las herbáceas y también para algunas leñosas (matas, arbustos), se trata de sembrar la superficie del terreno con una mezcla de semillas adecuada para asegurar el arraigo según el clima y el suelo. Existe el inconveniente de que en los taludes las semillas resbalan y se pierden, por lo que la pendiente es un factor limitante. La siembra se recomienda en pendientes suaves, menores del 15%, y taludes accesibles para la maquinaria.

En ocasiones, puede ser necesaria la aportación en superficie (al menos 15 cm) de tierra vegetal. Si el suelo es muy permeable, convendría establecer una capa de 10 cm de suelo cohesivo o, en su caso, extender un geotextil que permita el paso del agua pero retenga el suelo. La tierra puede extenderse desde la cabecera del talud con motoniveladora o bulldozer.

La dosis de semilla oscila entre 20 y 30 g/m<sup>2</sup> y conviene que la mezcla contenga, sobre todo, gramíneas y leguminosas.

La época de siembra suele ser la primavera, aunque en lugares con escasas lluvias estivales e inviernos suaves, la siembra en otoño ofrece mejores resultados.

**HIDROSIEMBRA.** Para pendientes superiores al 15% es muy probable que las lluvias intensas arrastren el suelo aportado y las semillas, para prevenir esto es preferible utilizar otras técnicas como la hidrosiembra.

Esta técnica consiste en la aplicación sobre el terreno, mediante un cañón hidráulico, de una mezcla acuosa formada por semillas, fertilizantes, mulch y estabilizadores que facilitan el arraigo de la semilla sobre el talud. Para su aplicación es necesaria una máquina hidrosiembra; ésta se halla formada por una cisterna con capacidad de 2.500 a 10.000 litros, que contiene en su interior unos agitadores para homogeneizar la mezcla, una bomba de gran potencia (35.000 l/h) y un cañón hidráulico.

La altura del talud tratable alcanza hasta 40-50 m (con brazo extensible mecánico hasta 500 m, si el talud es transitable). El lanzamiento de la mezcla debe ser de abajo hacia arriba.

La dosificación general de la misma es:

Agua	1 - 2	l/m <sup>2</sup>
Semillas	20 - 30	g/m <sup>2</sup>
Abono		
inorgánico (NPK 15/15/15)	40 - 60	g/m <sup>2</sup>
orgánico	1 - 2	kg/m <sup>2</sup>
Mulch	150 - 200	g/m <sup>2</sup>
(fibra corta)		
Estabilizador	20	g/m <sup>2</sup>
(larga duración)		
Fungicida (opcional)	1	g/m <sup>2</sup>

A su vez, la mezcla de semillas suele repartirse así:

- Gramíneas 30%
- Leguminosas 40%
- Otras especies 30%

Un caso especial lo constituye la hidrosiembra de taludes especialmente difíciles o rocosos. La operación consiste en la colocación de una malla galvanizada en la superficie de los taludes a tratar. La malla se asegura en coronación con unos piquetes debidamente espaciados; a continuación, se desenrolla por la pendiente procurando que se adapte lo mejor posible a la superficie y se solapa con las contiguas.

Tras esta operación se proyecta un substrato, hasta enrasar con la malla, compuesto por materia orgánica de origen vegetal (turba y compost de corteza de coníferas) y estabilizadores de baja humedad. Sobre este suelo proyectado se realiza una hidrosiembra.

Otra técnica consiste en cubrir la hidrosiembra con una red de yute debidamente anclada. Tras 2 ó 3 años, la red es biodegradable y desaparece su efecto visual. Mientras tanto, la red supone un aporte extra de materia orgánica y un freno al arrastre de la hidrosiembra por las lluvias. Los huecos de la malla permiten el crecimiento de las plantas.

**PLANTACIONES DE RIZOMAS Y ESQUEJES.** Se trata de extender en superficie un gran número de trozos de plantas (estolones, rizomas, esquejes) con densidades de 25 esquejes por m<sup>2</sup> que se reproducen vegetativamente.

En España este método se ha empleado para implantar césped de grama (*Cynodon dactylon*) y «hierba del cuchillo» (*Carpobrotus edulis*) en vías de comunicación (RAMOS et al., 1983; GIL, 1993).

**ALFOMBRAS ORGÁNICAS.** Las alfombras orgánicas (100% biodegradables) proporcionan una protección inmediata contra el viento, lluvias torrenciales, sequedad y heladas. Están constituidas por fibras vegetales que contienen en su interior una mezcla de semillas. Sus dimensiones son 2 m de ancho por 50 m de largo. Los diferentes tipos se aplican según el peligro de erosión:

- ALFOMBRAS DE PAJA: si existe poco peligro de erosión, Taludes muy suaves (4:1) o lluvias moderadas.
- ALFOMBRAS DE PAJA (50%) Y COCO (50%): en superficies de mayor peligro de erosión. Taludes fuertes (3:1) y lluvias intensas.
- ALFOMBRAS DE COCO: en superficies de pendientes muy fuertes (2:1 ; 1:1) con lluvias intensas.

Es una técnica que se está empleando en Levante y Sur de España.

**ENCESPEDAMIENTO.** Se trata de la colocación de planchas de césped (tepes) en laderas o superficies que se han cubierto previamente con 1 a 5 cm de tierra vegetal, con objeto de ofrecer una protección y recuperación inmediata. La instalación depende del tamaño y forma de los tepes.

**TEPES CUADRADOS:** (0,3-0,4 m x 0,3-0,4 m) se colocan sobre el suelo aportado y se clavan mediante estacas de unos 50 cm de largo. La sujeción total se consigue a través de la instalación de una malla metálica o una geored sobre los tepes.

**ALFOMBRAS DE CÉSPED:** tienen una longitud de 1,5-2,0 m por 0,3 m de ancho. Se sujetan en la parte superior de la ladera y se desenrollan sobre una red metálica o geored, que se coloca previamente sobre la capa de suelo aportada. La fijación de las alfombras se realiza con grapa o piquetes. Este método es conveniente en laderas inclinadas con suelos húmedos y frescos. La aplicación se realiza durante el periodo de reposo vegetativo, cuando no hay carencia de agua, si no será necesario aplicar riegos para asegurar el enraizamiento.

**GEOMALLAS:** en la actualidad, se emplean mallas tridimensionales de polietileno, de alta resistencia a la tracción que, rellenas de tierra vegetal y hierba precultivada, se sujetan so-

bre la ladera mediante clavijas, proporcionando una tenaz y permanente protección a la erosión. Este material se presenta en rollos de alrededor de 1 m de ancho por 15 m de longitud o más, según necesidades.

### Restauración de la vegetación arbórea y arbustiva

**TRANSPLANTES.** Es un método frecuente cuando se trata de conservar ejemplares singulares del arbolado, bien sea por su edad, valor histórico, cultural, ... Presenta el inconveniente de ser un procedimiento muy caro y no siempre con buenos resultados.

El sistema más comúnmente empleado es el escayolado. Consiste en abrir una zanja en el terreno, alrededor del árbol a trasplantar, a una distancia y profundidad suficientes para incluir el futuro cepellón, y rellenarla con yeso o escayola. Esta operación debe hacerse durante la época de reposo vegetativo. Se espera tiempo suficiente para que la planta se recupere del daño producido en su sistema radical y al final de este periodo se arranca del suelo, con su cepellón escayolado, para instalarlo en el lugar definitivo.

**PLANTACIÓN.** La gran mayoría de los árboles se plantan sobre el terreno desnudo, aunque debido a las características edáficas (suelos en fuertes pendientes en los taludes y de escasa fertilidad), esta operación se restringe, para árboles desarrollados y en las regiones de clima seco, a las zonas llanas y a los pies de talud por razones de disponibilidad hídrica. Los arbustos, los árboles de uno o dos años y los de mayor desarrollo bajo climas lluviosos, pueden ser plantados en cualquier área indistintamente. De todas formas, en la actualidad se han desarrollado productos sintéticos retentivos de humedad, que se mezclan con el suelo de la planta y que almacenan agua durante la época húmeda o durante los riegos de mantenimiento, liberándola posteriormente según las necesidades.

En las labores de plantación se han de tener en cuenta una serie de consideraciones:

Cuando se trate de coníferas y frondosas perennifolias, se emplearán plantas con cepellón, mientras que en el caso de las frondosas caducifolias, sin dificultad de enraizamiento, a raíz desnuda.

Las excavaciones para las plantas dependen del tamaño de éstas. Los hoyos para árboles de gran desarrollo se prepararán con retroexcavadora y deberán tener unas dimensiones mínimas de 1x1x1 m. Con planta pequeña, de 1 ó 2 años, los hoyos no deberán ser menores de 0,4x0,4x0,4 m y se realizarán manualmente.

En suelos muy pobres es conveniente aplicar algún fertilizante en los hoyos de las plantas. Ha de evitarse la mala práctica de colocarlo en el fondo del hoyo, ya que no debe contactar directamente con las raíces; es mejor mezclarlo con la tierra de relleno. La dosis oscila entre 1 y 5 kg según necesidades (MOPT, 1992).

Con respecto a la época de plantación, el transplante en Otoño presenta ventajas en los climas de veranos secos e inviernos suaves. Cuando llega la época estival, la planta ha desarrollado un sistema radical en mejores condiciones para superar la sequía. En lugares de inviernos crudos, con gran riesgo de heladas, la plantación es más efectiva al final de esta estación. Aunque la mayor parte de las plantas se instalan en época de reposo vegetativo, las de climas cálidos (palmeras, yuccas, ...) deben trasplantarse en Verano (MOPT, 1992). Las densidades de plantación dependen del objetivo de la misma. En las ornamentales los espaciamientos son en función del tamaño final de las plantas (para los árboles la separación no debe ser inferior a 4 m). Cuando el fin es protector o de apantallamiento, las densidades serán elevadas (el espaciamiento entre plantas oscilará entre 25 cm y 3 m). En cualquier caso, deben respetarse las normas de plantaciones en carreteras establecidas por el MOPT y publicadas en 1992.

### Operaciones posteriores

En muchas ocasiones, el éxito de la restauración depende de las operaciones posteriores de mantenimiento, por lo que éstas deben estar suficientemente previstas en los estudios y proyectos de restauración. A continuación se comentan brevemente algunas de las principales.

**SIEMBRA.** Para la siembra resulta imprescindible el apoyo con **RIEGOS DE MANTENIMIENTO.** Se realizarán con la precaución de no producir el arrastre de las semillas antes de su germinación. La frecuencia e intensidad necesarias para mantener el suelo húmedo dependen de la época de siembra y de las condiciones meteorológicas. La dosis puede oscilar, según los casos, alrededor de 10 l/m<sup>2</sup> por riego.

Otra labor importante es la **SIEGA.** Como norma general, se admite que cuando la hierba alcance los 10 cm de altura se procederá a segar.

**PLANTACIÓN.** Se precisa proporcionar abundante agua a las plantas en el momento de su instalación y hasta que hayan arraigado. El agua no debe extenderse más allá de los cepellones. De acuerdo con RUZA (1992), las cantidades de agua recomendadas son:

DOSIS (l/planta)	TIPO DE PLANTA
50-150	árboles
15-40	arbustos
10-20	resto de las plantas

Para evitar que los árboles sean derribados por el viento, o pierdan el porte vertical, se colocará un tutor por planta, que se clavará en el hoyo una vez abierto, antes de la plantación. El tutor se sujetará a la planta con ligazones de forma que no provoquen daños en la corteza. En las perennifolias o árboles de gran desarrollo, en las cuales la colocación de tutores no es posible, se fijará la planta por medio de «vientos», cuerdas o cables que se atan por un extremo al tronco del árbol a la altura conveniente, y por otro lado al suelo. ■

### BIBLIOGRAFÍA

- BERNAT, P. (1993). Discurso del Acto de Inauguración. II Simp. Nac. sobre Carreteras y Medio Ambiente. Las Palmas de Gran Canaria.
- I.T.G.E. (1989). Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería. I.T.G.E. Madrid.
- GIL MADRAZO, S. (1993). Implantación de cubierta vegetal en taludes de zonas áridas mediante el empleo del *Carpobrotus edulis*. II Simp. Nac. sobre Carreteras y Medio Ambiente; pp. 249-256.
- MACÍAS, F. y CALVO DE ANTA, R. (1993). Construcción de infraestructuras de lineales en materiales con sulfuros. Un ejemplo de impacto ambiental sobre el medio acuático. II Simp. Nac. sobre Carreteras y Medio Ambiente; pp. 53-61.
- MOPT (1992). Manual de plantaciones en el entorno de la carretera. MOPT, Madrid.
- MOPU (1990). Catálogo de especies vegetales a utilizar en plantaciones de carreteras. MOPU, Madrid.
- NAVARRO HEVIA, J. y UGALDE DÍAZ, M. (1993). Condicionantes y criterios en la restauración de la cubierta vegetal de los terrenos afectados por el acondicionamiento de la C-536, tramo Orense-La Rúa. II Simp. Nac. sobre Carreteras y Medio Ambiente; pp. 257-268.
- NAVARRO HEVIA, J. (1993). Empleo de la vegetación para la estabilización e integración paisajística de taludes; Serv. Publ. de la E.U.P.A. Univ. de Valladolid. Palencia.
- PROJAR, (1993). Todo un mundo de soluciones para forestal, paisajismo, horticultura y revegetación de áreas degradadas; Catálogo de Comercial Projar S.A. Valencia.
- RAMOS, A. (1970). Ordenación del paisaje. E.T.S.I. de Montes, Madrid.
- RAMOS, F. et al. (1983). Tratamiento Funcional de Taludes Artificiales; Trabajos de la Cátedra de Planificación. E.T.S.I. Montes, Madrid.
- RUIZ DE LA TORRE, J. (1979). Árboles y arbustos. E.T.S.I. de Montes de Madrid.
- RUIZ DE LA TORRE, J. (1989). Impacto de las carreteras sobre la flora. Su evaluación y corrección. Simp. sobre Impacto Ambiental de las Carreteras; pp. 225-228.
- RUZA, F. (1989). El ruido del tráfico: Evaluación y corrección de su impacto. Simp. sobre Impacto Ambiental de las Carreteras; pp. 83-93.
- RUZA, F. (1992). Aplicación práctica de técnicas de recuperación de áreas afectadas por obras para carreteras. Jorn. sobre Técnicas de Tratamientos de Taludes y Revegetación Aplicables a Áreas Afectadas por Actividades Humanas. C.O. de Biólogos, Madrid.



*Planta autóctona*

PROYECTOS Y OBRAS  
DE RESTAURACIÓN DE PAISAJE,  
REFORESTACIÓN Y JARDINERÍA  
DE BAJO MANTENIMIENTO

Oficina: c/ Canal de Isabel II, s/n.  
Locales Comerciales  
Tél./Fax: (91) 843 08 90  
28189 TORREMOCHA DE JARAMA (MADRID)  
Entrada a VIVERO desde PATONES DE ABAJO

**VIVEROS FORESTALES**

**CARRASCO**

ORIGENES: Pedro Coca, 56 • 02003 AISACETE • Tel. (967) 50 53 30 Tel. y Fax. (967) 22 48 25  
VIVERO: Oro, Córdoba-Vélez, Km. 122 • 02260 PUENTEABRILIA (AR) • Tel. (967) 47 22 32

Producción de planta forestal • Reforestaciones