

Impacto Ambiental de la Producción Energética

Tema 4.4. Restauración o recuperación de terrenos afectados



Juan Carlos Canteras Jordana
Xabier Eduardo Moreno-Ventas

Departamento de Ciencias y Técnicas del Agua y
del Medio Ambiente

Este tema se publica bajo Licencia:

[Creative Commons BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.1. Introducción. Objetivo.

4.4.2. Usos potenciales de los terrenos.

4.4.3. Revegetación:

4.4.3.1. Preparación de los terrenos.

4.4.3.2. Selección de especies.

4.4.3.3. Implantación de una cubierta vegetal.

4.4.3.4. Cuidados posteriores a la implantación.

4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.1. Introducción. Objetivo

- El uso extractivo de un recurso minero debe considerarse como temporal.
 - Finalizado este periodo, los terrenos deben seguir siendo útiles a la sociedad.
- 
- Implica dotar a los suelos de un nuevo uso, lo que conlleva unas **labores de acondicionamiento** de los terrenos y **la implantación de una cubierta vegetal**.
 - Nuevo uso: encaje en el Plan general de ordenación urbana.
 - **Terminología:**
 - Restauración: mismo uso que tenía antes de la extracción.
 - Recuperación: mejorar el medio y un nuevo uso.

4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.1. Introducción. Objetivo

• **Se requiere de un proyecto técnico:**

1. Selección de los nuevos usos a los terrenos que han sido explotados.

2. Definición de actuaciones técnicas:

- Preparación de los terrenos.
- Selección de las especies vegetales.
- Implantación de una cubierta vegetal:
 - Delimitación de las zonas a revegetar.
 - Densidad de cada especie.
 - Distribución de las especies.
 - Técnicas de implantación:
 - Siembra.
 - Plantación.
 - Cuidados posteriores a la implantación.



3. Presupuesto.

4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.1. Introducción. Objetivo

- Relación proyecto minero/proyecto de restauración:

- El proyecto de restauración:
 - Debe diseñarse antes de la explotación minera.
- El proyecto minero:
 - Debe tener en cuenta el proyecto de restauración.

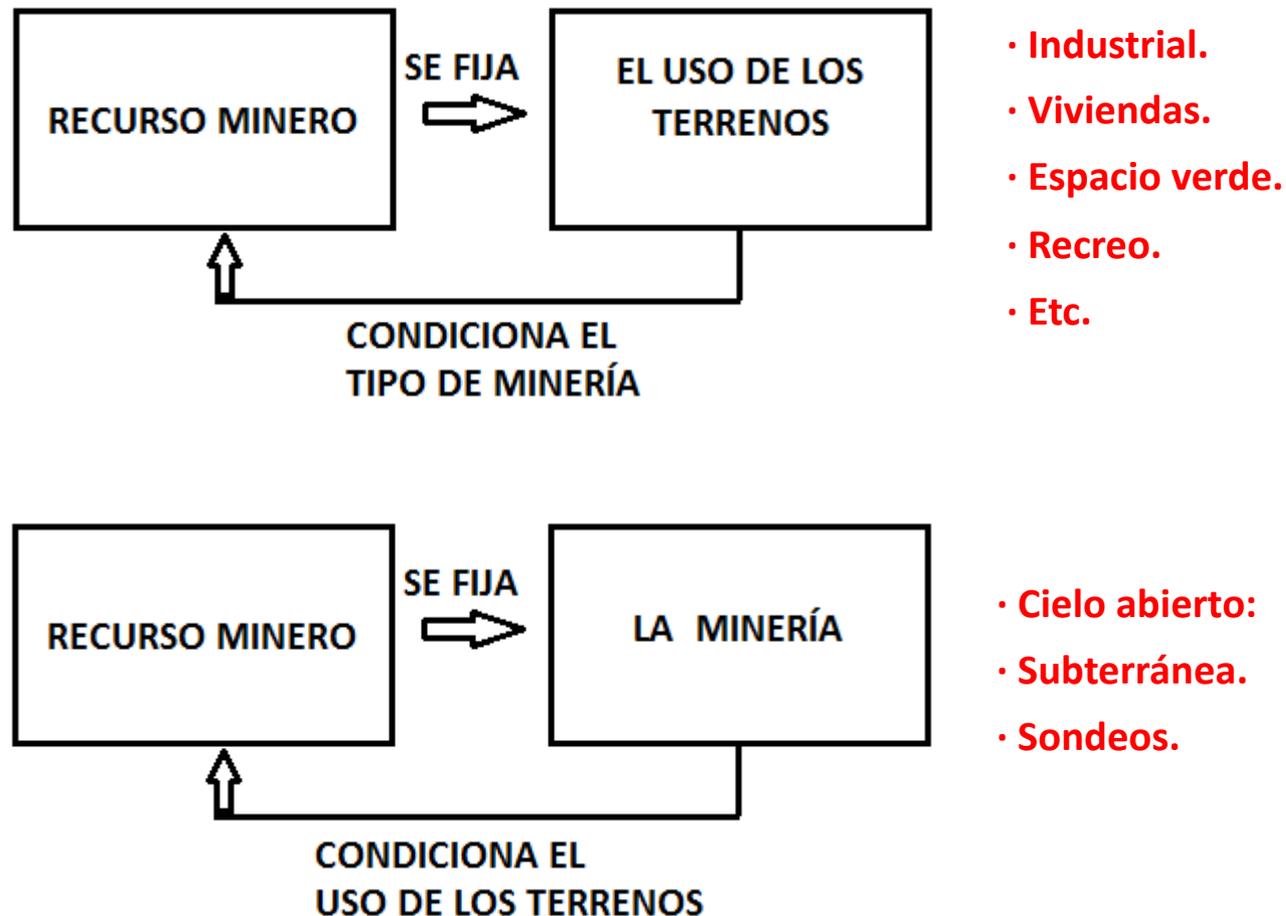


La restauración se hace inviable (o casi) si no se contempla en el proyecto minero.

Cantera de calizas en Sierra Elvira (Granada). Actualmente abandonada, sin ningún tipo de restauración.

4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.1. Introducción. Objetivo



4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.2. Usos potenciales de los terrenos

- a) **Urbanístico e industrial:** suelo construible (viviendas, industrias) y espacios libres públicos (jardines, parques, zonas deportivas, áreas de ocio).
- b) **Recreativo.**
- c) **Agrícola.**
- d) **Forestal.**
- e) **Conservación de la naturaleza** (Espacio verde).
- f) **Vertedero de residuos:**
 - Estériles.
 - No peligrosos.
 - Peligrosos.
- g) **Educacional.**

4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.2. Usos potenciales de los terrenos

a) Uso urbanístico e industrial:

- Cuando los terrenos están en áreas urbanas o muy próximas, se pueden aprovechar para:
 - Zonas residenciales.
 - Zonas comerciales.
 - Zonas industriales.
 - Suelo construido.
 - Espacios libres públicos:
 - Parques, jardines, áreas de ocio y descanso.
- Factores condicionantes:
 - Estabilidad de los taludes.
 - Drenaje del terreno.
 - Propiedades geotécnicas de los terrenos para la cimentación.
 - Contaminación de los suelos.

4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.2. Usos potenciales de los terrenos

b) Uso recreativo:

- **En terrenos próximos a áreas urbanas para:**
 - Parques periurbanos.
 - Parques de aventura.
 - Circuitos de motocross, de bicicletas.
 - Campos de golf.
 - Escuela de escalada.
 - Campos de deporte: fútbol, etc.
 - Si se dispone de agua:
 - Remo, vela, piragüismo, baño, etc.
 - Etc.
- **Factores condicionantes:**
 - Estabilidad de los taludes.
 - Drenaje del terreno.
 - Propiedades geotécnicas de los terrenos para la cimentación.
 - Contaminación de los suelos.

En casos desfavorables, se requiere de tratamientos previos adecuados.

4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.2. Usos potenciales de los terrenos

c) Uso agrícola:

- **De los usos más utilizados por razones económicas:**
 - Las obras de restauración son menos costosas.
 - Mayor rentabilidad frente a otros usos: forestal, zonas verdes, parques de recreo, etc.
- **Tipos de usos agrícolas:**
 - Cultivos arables.
 - Pastos.
 - Forraje.
- **Condicionantes:**
 - Físicos.
 - Químicos.

4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.2. Usos potenciales de los terrenos

c) Uso agrícola.

Condicionantes físicos

Factor	Limitaciones
Pendiente	<ul style="list-style-type: none"> > 25% imposibilidad de uso agrícola. > 10% imposibilidad de cultivos arables. < 10 % cualquier tipo de cultivo.
Pedregosidad (piedras en la superficie del terreno)	<ul style="list-style-type: none"> < 0,01% de piedras: cultivable. Entre 0,01% y 15%: dificultan el uso. > 15% imposible el uso agrícola.
Nivel freático	A más de 50 cm por debajo de la superficie.

Condicionantes químicos

Factor	Limitaciones
Acidez	pH < 4,5 imposibilita cualquier tipo de cultivo
Nutrientes	La falta de nutrientes (N P, K) limita la producción agrícola.
Metales pesados	Imposibilitan el uso agrícola.

4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.2. Usos potenciales de los terrenos

d) Uso forestal:

- Recomendado en **terrenos de peor calidad**, poco aptos para el uso agrícola.
- Suele ser menos rentable económicamente.
- Resultados de la restauración, a más largo plazo.
- **Condicionantes:**
 - Requieren superficies extensas (> 0,25 ha).
 - Pendientes de hasta el 70%.
 - La pedregosidad no es limitante.
 - pH ácidos (< 4,5).
 - **Espesor de suelo según la especies forestal:**
 - 60 cm para el abedul; 120 cm para el castaño y el abeto; 200 cm para el roble; etc.
- **Beneficios que se obtienen:**
 - **Suministro de madera.**
 - **Alimento y refugio para la fauna.**
 - **Protección del suelo.**
 - **Regulación de la escorrentía, regulación de cauces.**
 - **Protección del suelo de la erosión.**
 - **Mejora del paisaje.**

4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.2. Usos potenciales de los terrenos

e) Uso de conservación de la naturaleza:

- **Creación de un Espacio verde con las funciones de:**
 - Conservación de ecosistemas naturales.
 - Mantenimiento de la biodiversidad regional.
 - Recuperación del paisaje natural de la zona.
- **Se pueden integrar dentro de “pasillos o cinturones verdes”** conectando zonas protegidas, crear zonas de refugio para la fauna (las zonas encharcadas son muy adecuadas para la avifauna), etc.
- **Idoneidad de los terrenos:**
 - **Más idóneos:** las zonas de calizas, margas, yesos, escombreras de estériles alcalinos.
 - **Menos idóneas:** las zonas de rocas compactadas y ácidas.
- **Manejo: actuación:**
 - **Sin intervención antrópica:**
 - Más lento.
 - No dirigido.
 - Menor seguridad de alcanzar los objetivos.
 - Más económico.
 - **Con intervención antrópica:**
 - Más rápido.
 - Más seguro en la consecución de los objetivos.
 - Más diversidad.
 - Más costoso.

4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.2. Usos potenciales de los terrenos

f) Uso de vertedero de residuos:

- Un uso muy frecuente de los **huecos finales de excavación** es el depósito de basuras, escombros (residuos inertes) y residuos industriales.
- **Condicionantes: los legislativos:**
 - **Se realizará un proyecto de vertedero de acuerdo al tipo de residuo y conforme a las condiciones que se establecen en la legislación que regula la construcción de vertederos.**
 - Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
 - Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.2. Usos potenciales de los terrenos

g) Uso educativo:

- Cuando la zona a restaurar posea **singularidades** relevantes que puedan utilizarse con fines educativos:
 - **Estructuras geológicas:**
 - Pliegues.
 - Cabalgamientos.
 - Fallas.
 - Etc.
 - **Litologías especiales.**
 - **Fósiles.**
 - **Valores arqueológicos.**
 - **Ecológicos.**



Cueva el Soplo.



Cueva del Pendo.

4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.2. Usos potenciales de los terrenos

- Criterios para la selección de usos:

- Necesidades, demandas de los ciudadanos.
- Calificación de los terrenos según la ordenación territorial y urbanística.
- Capacidad de acogida de terreno para el uso:
 - Propiedades que debe tener el terreno para facilitar la implantación del uso.
 - En relación con:
 - a) Factores ambientales.
 - b) Factores culturales.

4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.2. Usos potenciales de los terrenos

a) Capacidad de acogida: factores ambientales:

- Capacidad de acogida: graduación de más a menos de 1 a 3.

CRITERIOS: FACTORES AMBIENTALES	Urbanístico Industrial Comercial	Recreativo	Agrícola	Forestal E. Verde Educación
Complejidad del relieve	2	3	1	2
Pendiente	1	3	1	2
Altitud	3	3	2	2
Exposición	3	3	2	3
Drenaje	1	2	1	2
Nivel freático	1	2	1	1
Temperatura	3	2	1	1
Precipitación	3	2	1	1
Estabilidad de las escombreras	1	2	1	2
Capacidad agrológica	3	2	1	2
Propiedades geotécnicas	1	2	3	3

4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.2. Usos potenciales de los terrenos

b) Capacidad de acogida: factores culturales:

- Capacidad de acogida: graduación de más a menos de 1 a 3.

CRITERIOS: FACTORES AMBIENTALES	Urbanístico Industrial Comercial	Recreativo	Agrícola	Forestal E. Verde Educación
Localización	1	1	3	3
Accesibilidad	1	2	3	3
Tamaño y forma del área	2	3	1	3
Usos del terreno en el entorno	1	2	3	3
Propiedad de los terrenos	1	1	1	3
Aceptación social	1	2	2	2
Actitud de la compañía	1	2	2	2
Factor institucional	1	2	2	2

4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.2. Usos potenciales de los terrenos

- **Ordenación de los usos por exigencia de criterios en la capacidad de acogida:**
 - Urbanístico.
 - Agrícola.
 - Recreativo.
 - Forestal.
- **Uso educacional:** capacidad por singularidades y valores ambientales y ecológicos.
- **Uso como vertedero:** capacidad por exigencia legal.

4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.2. Usos potenciales de los terrenos

• **Se requiere de un proyecto técnico:**

1. Selección de los nuevos usos a los terrenos que han sido explotados.

2. Definición de actuaciones técnicas:

- Preparación de los terrenos.
- Selección de las especies vegetales.
- Implantación de una cubierta vegetal:
 - Delimitación de las zonas a revegetar.
 - Densidad de cada especie.
 - Distribución de las especies.
 - Técnicas de implantación:
 - Siembra.
 - Plantación.
 - Cuidados posteriores a la implantación.



3. Presupuesto.

4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.1. Preparación de los terrenos

1. Tratamientos generales:

- **Necesidad:** la explotación minera puede dar lugar a **terrenos poco aptos** para el establecimiento de una cubierta vegetal estable, **debido** a suelos con:
 - Exceso de materiales gruesos.
 - Compactación excesiva o demasiado sueltos.
 - Pendientes excesivas y erosionables.
 - Problemas hídricos por:
 - Baja capacidad de retención.
 - Encharcamientos.
 - Escasez de materia orgánica y de nutrientes.
 - pH inadecuado (muy ácido).
 - Exceso de metales pesados
 - Exceso de sales.



4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.1. Preparación de los terrenos

1. Tratamientos generales:

- Deberá practicarse labores para corregir estos problemas que harían inviable el establecimiento de la cubierta vegetal estable.
- **Labores generales:**
 - 1A. Retirada de elementos perjudiciales.
 - 1B. Sistematización del relieve.
 - 1C. Recogida y conservación de la tierra vegetal.
 - 1D. Adecuado drenaje de los terrenos.
 - 1E. Labores preparatorias del suelo.
 - 1F. Mejoras edáficas.
 - 1G. Extendido de tierra vegetal.

4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.1. Preparación de los terrenos

1. Tratamientos generales:

1A. Retirada de elementos perjudiciales:

- **Retirada de obstáculos de obras civiles e instalaciones:**
 - Hormigones.
 - Asfaltados.
 - Materiales prefabricados, casetas de obras, etc.
 - Instalaciones y equipos.
 - Residuos.
 - Etc.
- Retirada de especies foráneas y de las invasoras.



4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.1. Preparación de los terrenos

1. Tratamientos generales:

1B. Sistematización del relieve:

- a) Remodelación del relieve: integración en el paisaje del entorno.
- b) Obtención de pendientes adecuadas para la cubierta vegetal.
- c) Facilitar el drenaje adecuado de los taludes.



4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

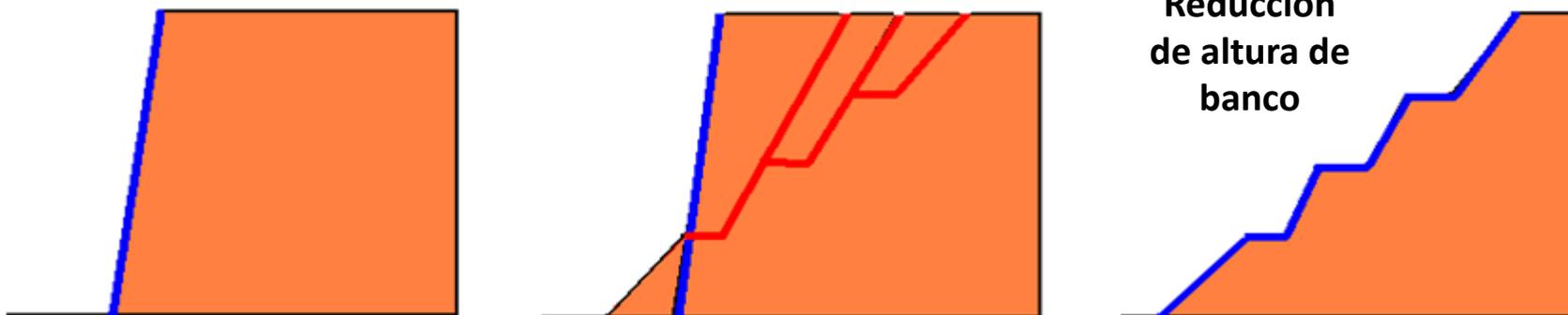
4.4.3.1. Preparación de los terrenos

1. Tratamientos generales:

1B. Sistematización del relieve:

a) Remodelación del relieve: integración en el paisaje del entorno:

- **Adecuación de pendientes para la revegetación:**
 - Pendientes superiores a 45° son difíciles de revegetar.
 - Altura de banco superior a 10 metros son difíciles de revegetar.



Reducción de pendiente mediante voladuras en la parte superior del talud y acopio en la base.

4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

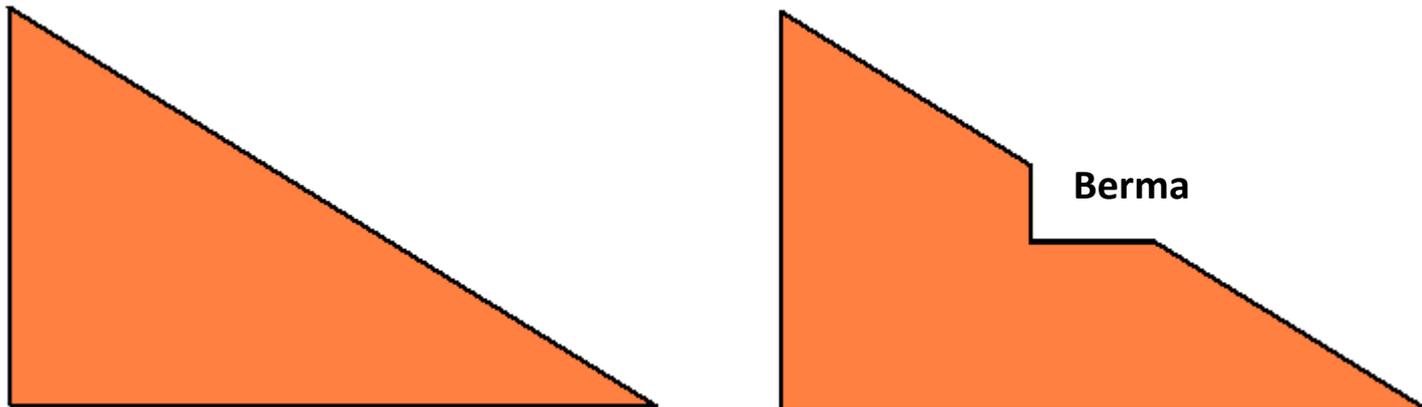
4.4.3.1. Preparación de los terrenos

1. Tratamientos generales:

1B. Sistematización del relieve:

b) Obtención de pendientes adecuadas para la cubierta vegetal:

- **Reducción de longitud del talud:**
 - Desarrollos de más 10-15 metros dificultan la revegetación.



4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.1. Preparación de los terrenos

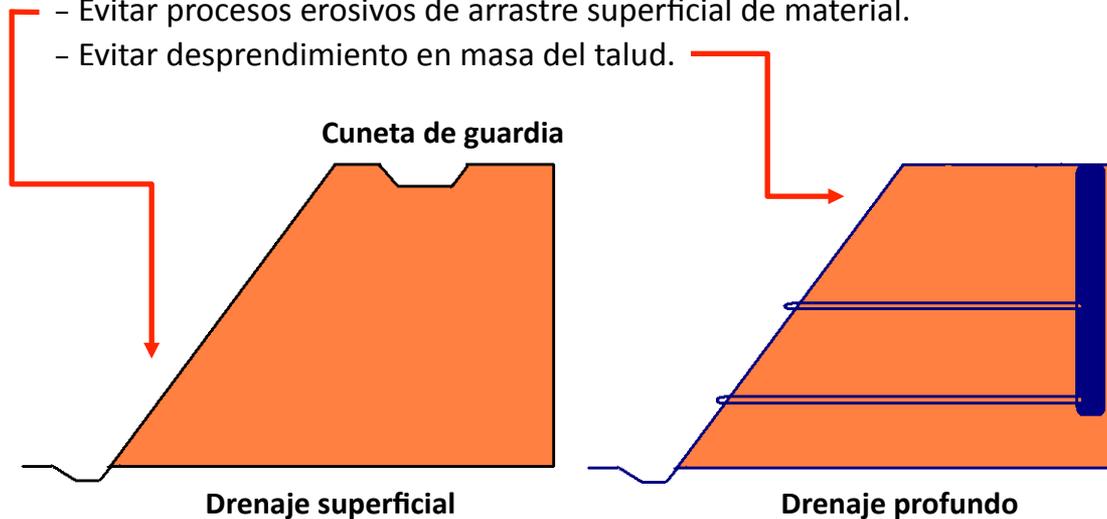
1. Tratamientos generales:

1B. Sistematización del relieve:

c) Facilitar el drenaje adecuado de taludes:

- **Facilitar el drenaje adecuado de taludes:**

- Evitar procesos erosivos de arrastre superficial de material.
- Evitar desprendimiento en masa del talud.



- **Nuevos usos del suelo: Remodelado del relieve:**

- Coherencia con los nuevos usos.

4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.1. Preparación de los terrenos

1. Tratamientos generales:

1C. Recogida y conservación de la tierra vegetal:

- Ventajas económicas de su reutilización posterior.
- Operaciones de planificación a priori a la restauración ambiental:
 - **Acopio de la capa más superficial (± 30 cm), mayor % de materia orgánica y de semillas:**
 - Debe disponerse en terreno llano (con ligera pendiente).
 - Dispuesto por tongadas en forma de artesa con talud 1:1, altura no superior a 2 m.
 - Se realizará cuando la tierra esté seca (humedad inferior al 70%).
 - **Cuidados posteriores:**
 - Protección frente a procesos de erosión eólica (cubrimiento) e hídrica (siembra con mezcla de semillas).
 - Evitar el paso de maquinaria (compactación).
 - Evitar contaminación.

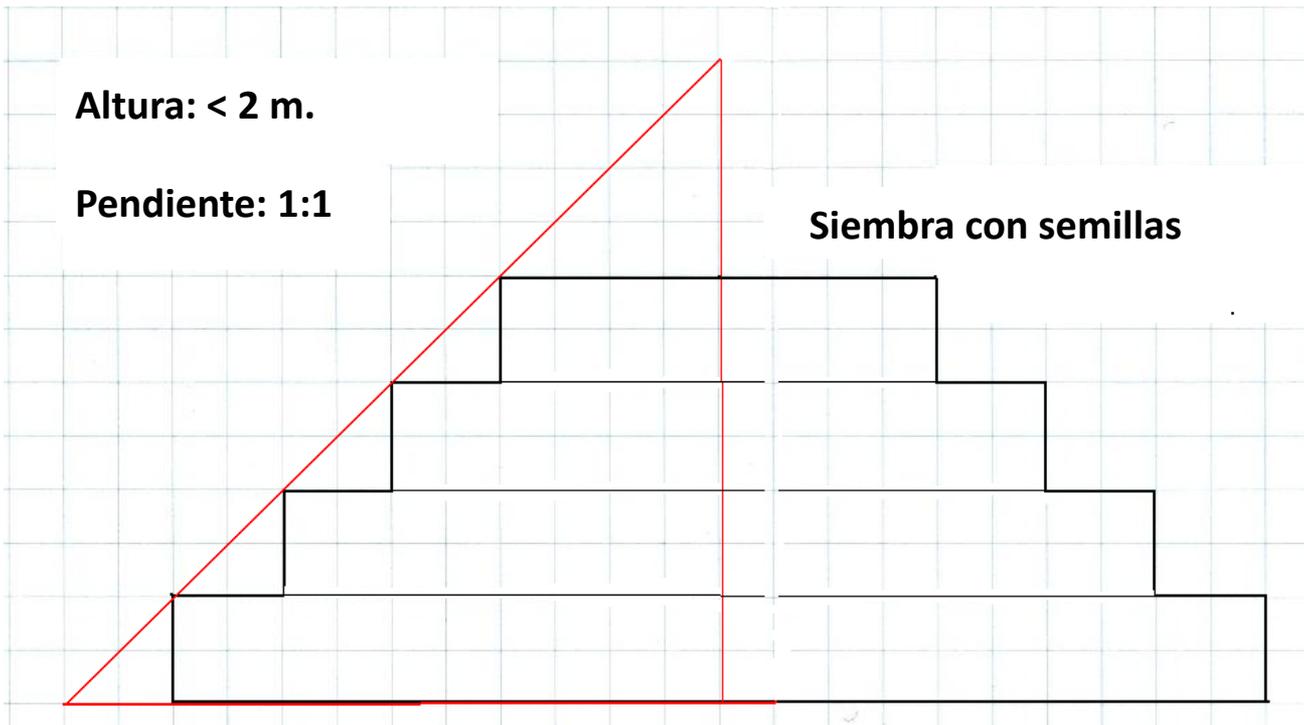
4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.1. Preparación de los terrenos

1. Tratamientos generales:

1C. Recogida y conservación de la tierra vegetal:



4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.1. Preparación de los terrenos

1. Tratamientos generales:

1D. Adecuado drenaje de los terrenos:

- **Exceso de agua:** labores para:
 - Disminuir la escorrentía de las aguas mediante obras que desvíen los aportes de agua hacia los suelos afectados.
 - Aumentar de la capacidad de infiltración de los suelos con exceso de agua con obras que aumenten el drenaje de los terrenos en profundidad.
 - Aumentar el drenaje de los suelos afectados mediante drenes superficiales de los terrenos.
 - Selección de especies adecuadas, que demandan gran cantidad de agua.



4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.1. Preparación de los terrenos

1. Tratamientos generales:

1D. Adecuado drenaje de los terrenos:

- **Falta de agua:** labores para:
 - Aumentar la capacidad de retención de la humedad edáfica:
 - Cobertura del suelo con material orgánico.
 - Riego localizado.
 - Captura de agua de la escorrentía de terrenos adyacentes.
 - Reducir la evaporación del suelo seleccionando plantas xerófitas.



4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.1. Preparación de los terrenos

1. Tratamientos generales:

1E. Labores preparatorias del suelo: problemas de:

- Suelos compactos.
- Suelos sueltos.
- **En los terrenos con exceso de compactación, los problemas que se presentan son:**
 - Alta densidad del suelo.
 - Dificultad para el adecuado desarrollo de las raíces, constituyendo un factor limitante para las plantas:
 - En suelo de textura fina (arcillosos y limosos), el valor crítico limitante se sitúa en $1,5 \text{ g/cm}^3$.
 - En suelos de textura gruesa (arenosos), el valor crítico limitante se sitúa en $1,7 \text{ g/cm}^3$.

4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.1. Preparación de los terrenos

1. Tratamientos generales:

1E. Labores preparatorias del suelo:

- Los trabajos de descompactación del suelo son los siguientes:
 - a) Escarificado:** rastrillado de superficie (hasta 30 cm).
 - b) Subsulado:** rastrillado profundo, entre 40 a 50 cm, pero sin volteo.
 - c) Ripado:** laboreo de profundidad, superior a 50 cm y con volteado de los horizontes del suelo.

4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.1. Preparación de los terrenos

1. Tratamientos generales:

1E. Labores preparatorias del suelo:

a) **Escarificado:** rastrillado de superficie (hasta 30 cm).



4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.1. Preparación de los terrenos

1. Tratamientos generales:

1E. Labores preparatorias del suelo:

b) Subsulado: rastrillado profundo, entre 40 a 50 cm, pero sin volteo.



4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.1. Preparación de los terrenos

1. Tratamientos generales:

1E. Labores preparatorias del suelo:

c) **Ripado:** laboreo de profundidad, superior a 50 cm y con volteado de los horizontes del suelo.



4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.1. Preparación de los terrenos

1. Tratamientos generales:

1E. Labores preparatorias del suelo: problemas de:

- Las tres labores consiguen la descompactación:
 - Favoreciendo la infiltración del agua y la aireación del suelo:
 - Disminuye la densidad del suelo.
 - Se favorece la penetración de las raíces.
- **En los terrenos con suelos muy sueltos:**
 - Conseguir la densidad adecuada del suelo añadiendo materiales finos.

4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.1. Preparación de los terrenos

1. Tratamientos generales:

1F. Mejoras edáficas:

- Objetivo: optimizar la capacidad del suelo para la implantación de la cubierta vegetal:
 - Enmiendas orgánicas (abono procedente de restos de origen animal, proporciona nutrientes y mejora la microbiología del suelo).
 - Enmiendas inorgánicas (corregir pH).
 - Fertilizantes (nutrientes de origen artificial).
 - Mulch (cubierta protectora, microclima).
 - Estabilizadores (adherir la semilla al suelo, mulch).
 - Repelentes (insectos, roedores, etc.).
 - Retenedores de la humedad (mantener la humedad adecuada).
 - Herbicidas y Fungicidas (malas hierbas, hongos).

4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.1. Preparación de los terrenos

1. Tratamientos generales:

1G. Extendido de tierra vegetal:

- En ausencia de suelo o en suelos poco profundos.
- Extendido de tierra vegetal de una capa de 20-40 cm.



4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.1. Preparación de los terrenos

2. Tratamientos o labores específicos:

- **Necesidad:** cuando existe **alto riesgo de erosión** y arrastre de la vegetación antes de que enraíce.
- **Finalidad:** **protección del suelo y aceleración de la fijación de la cubierta vegetal.**
- **Técnicas:** **instalación de estructuras al terreno** que funcionan como **soporte para la cubierta vegetal:**
 - **2A. Geosintéticos:** estructuras de polietileno o polipropileno.
 - **2B. Soportes orgánicos:** estructuras de fibras vegetales.

4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.1. Preparación de los terrenos

2. Tratamientos o labores específicos:

2A. Geosintéticos:

a) **Georedes:**

- Redes de polietileno bidimensionales.
- Se fijan al terreno con grapas.
- Se proyecta tierra vegetal.
- Se siembra.

b) **Mallas volumétricas:**

- Mallas tridimensionales de polietileno de alta densidad.
- Se fijan al terreno con grapas de acero.
- Se rellenan con tierra vegetal.
- Se siembra.

c) **Geoceldas:**

- Estructuras tridimensionales que cubren el terreno con celdas o alveolos que se rellenan de tierra vegetal.
- Se fijan al suelo mediante anclajes de hierro galvanizado.
- Se siembras las celdas.

4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.1. Preparación de los terrenos

2. Tratamientos o labores específicos:

2A. Geosintéticos:

a) Georedes:



4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

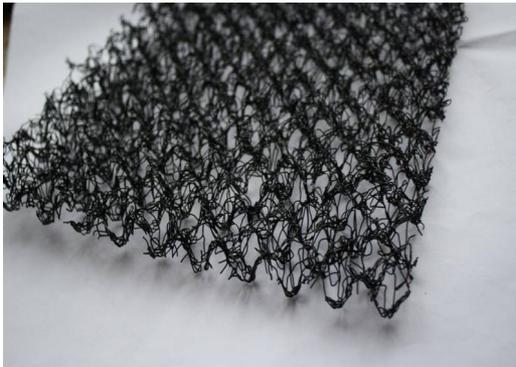
4.4.3. Revegetación

4.4.3.1. Preparación de los terrenos

2. Tratamientos o labores específicos:

2A. Geosintéticos:

b) Mallas volumétricas:



4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.1. Preparación de los terrenos

2. Tratamientos o labores específicos:

2A. Geosintéticos:

c) Geoceldas:



4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.1. Preparación de los terrenos

2. Tratamientos o labores específicos:

2B. Soportes orgánicos:

a) **Mantas orgánicas:**

- Alfombra más o menos tupida de fibra orgánica: yute, coco, paja, etc.).
- Se fijan al suelo con grapas.
- Se siembra.

b) **Redes orgánicas:**

- El entretejido deja huecos.

c) **Biorrollos:**

- Estructuras cilíndricas envueltas en redes de yute.

4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.1. Preparación de los terrenos

2. Tratamientos o labores específicas:

2B. Soportes orgánicos:

a) Mantas orgánicas:



4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.1. Preparación de los terrenos

2. Tratamientos o labores específicos:

2B. Soportes orgánicos:

b) Redes orgánicas:



4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.1. Preparación de los terrenos

2. Tratamientos o labores específicos:

2B. Soportes orgánicos:

c) Biorrollos:



4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.2. Selección de especies

• Criterios:

– **El uso o usos que se quieren dar a los terrenos a restaurar:**

– Autóctona/ornamental.

– **Factores ambientales:**

– **Factores climáticos:**

- Precipitación, temperatura:
 - Altitud, latitud.

– **Factores edáficos:**

- Profundidad del suelo.
- Fertilidad del suelo.
- pH.
- Salinidad.
- Presencia de contaminantes.

Vegetación autóctona de la zona.



Factor Fitosociológico (vegetación potencial de la serie climática de la Sucesión ecológica).

– **Factores económicos.**

– **Otros factores:** la disponibilidad de las especies, f. legales.

4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.2. Selección de especies

	Bosque mixto	Encinar cantábrico	Robledal
E. arbóreo	<i>Castanea sativa</i> (Castaño) <i>Fraxinus excelsior</i> (Fresno) <i>Quercus robur</i> (Roble) <i>Acer campestre</i> (Arce) <i>Quercus ilex</i> (Encina)	<i>Quercus ilex</i> (Encina)	<i>Quercus robur</i> (Roble) <i>Quercus pétrea</i> (Roble) <i>Acer campestre</i> (Arce) <i>Fraxinus excelsior</i> (Fresno) <i>Castanea sativa</i> (Castaño) <i>Tilia cordata</i> (Tilo) <i>Taxus bacata</i> (Tejo) <i>Betula alba</i> (Abedul)
E. arbustivo	<i>Corylus avellana</i> (Avellano) <i>Prunus spinosa</i> (Endrino) <i>Rubus ulmifolius</i> (Zarza) <i>Sambucus nigra</i> (Sauco) <i>Laurus nobilis</i> (Laurel)	<i>Ilex aquifolium</i> (Acebo) <i>Arbustus unedo</i> (Madroño) <i>Laurus nobilis</i> (Laurel) <i>Euonymus europaeus</i> (Bonetero) <i>Rhamnus alaternus</i> (Aladierno) <i>Ligustrum vulgare</i> (Aligustre)	<i>Cornus sanguinea</i> (Cornejo) <i>Prunus spinosa</i> (Endrino) <i>Ilex aquifolium</i> (Acebo) <i>Corylus avellana</i> (Avellano) <i>Crataegus monogyna</i> (Espino) <i>Prunus avium</i> (Cerezo)
E. herbáceo Y subarbustivo	<i>Pteridium aquilinum</i> (Helecho común) <i>Geranium robertianum</i> (Geranio silvestre) <i>Helleborus viridis</i> (Heléboro) <i>Lamiun maculatum</i> (Falsa ortiga) <i>Arum italicum</i> (Aro)	<i>Erica arborea</i> (Brezo) <i>Erica vagans</i> (Brezo) <i>Ulex europaeus</i> (Tojo) <i>Genista hispánica</i> (Abrojo) <i>Hedera hélix</i> (Hiedra) <i>Primula vulgaris</i> (Primavera) <i>Aquilegia vulgaris</i> <i>Smilax aspera</i> (Zarzaparrilla)	<i>Callanuna vulgaris</i> (Brezina) <i>Erica arborea</i> (Brezo) <i>Erica vagans</i> (Brezo) <i>Ulex europaeus</i> (Tojo) <i>Pteridium aquilinum</i> (Helecho común) <i>Primula vulgaris</i> (Primavera) <i>Fragaria vesca</i> (Fresa silvestre)

4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.2. Selección de especies

	Hayedo	Bosque de ribera
E. arbóreo	<i>Fagus sylvatica</i> (Haya) <i>Sorbus aria</i> (Mostajo) <i>Betula alba</i> (Abedul) <i>Taxus bacata</i> (Tejo) <i>Sorbus aucuparia</i> (Serval de cazadores)	<i>Alnus glutinosa</i> (Aliso)
E. arbustivo	<i>Erica arborea</i> (Brezo) <i>Crataegus monogyna</i> (Espino) <i>Ilex aquifolium</i> (Acebo) <i>Prunus avium</i> (Cerezo) <i>Rubus ulmifolius</i> (Zarza) <i>Vaccinium myrtillus</i> (Arándano)	<i>Salix alba</i> (Sauce) <i>Salix atrocinerea</i> <i>Salix fragilis</i> <i>Salix cantábrica</i> <i>Salix purpurea</i>
E. herbáceo Y subarbustivo	<i>Euphorbia dulcis</i> (Lechetrezna) <i>Helleborus viridis</i> (Heléboro) <i>Viola riviniana</i> (Violeta) <i>Ranunculus tuberosus</i> <i>Asplenium adianthum-nigrum</i>	<i>Carex pendula</i> <i>Saponaria officinalis</i> <i>Solanum dulcamara</i>

4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.3. **Implantación de una cubierta vegetal**

- **Delimitación de las zonas a revegetar.**
- **Selección de especies y densidad de cada una: n°indi/m²:**
 - Del tamaño de la especie en estado adulto.
 - Del uso dado al terreno.
- **Distribución de las especies:**
 - Del uso dado al terreno:
 - D. Regular: recreativo, agrícola, forestal...
 - D. Irregular: espacios verdes...
- **Técnicas de implantación:**
 - a) Siembra.**
 - b) Plantación.**
- **Cuidados posteriores a la implantación.**

4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.3. **Implantación de una cubierta vegetal**

a) Siembra:

- Consiste en la disposición de semillas sobre la superficie a revegetar.
- Se ha de realizar en las épocas más adecuadas, teniendo en cuenta las condiciones climatológicas y ciclos vegetativos. En general, a comienzos de primavera y finales de otoño.
- Los métodos de siembra:
 1. **Siembra en hilera.**
 2. **Siembra a voleo.**
 3. **Hidrosiembra.**
 4. **Siembra en hoyo.**

4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.3. **Implantación de una cubierta vegetal**

a) Siembra:

1. Siembra en hilera:

- Las semillas se depositan en surcos previamente abiertos con arado de disco o de rejas.
- Depositada la semilla en los surcos, se entierra mediante el paso de rodillos.
- Estas operaciones se pueden realizar en una sola operación mediante una **sembradora mecánica**.



- **Se práctica:** en suelos de pendientes muy suaves (inferiores al 15%), de fácil acceso, en suelos fértiles y libres de piedras y en grandes superficies.

4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.3. **Implantación de una cubierta vegetal**

a) Siembra:

2. Siembra a voleo o convencional:

- Las semillas se distribuyen directamente sobre el suelo, por medios manuales o utilizando una **sembradora neumática**.



- Problema: las semillas quedan expuestas a la desecación, al arrastre y al consumo (pájaros, etc.):
 - **En suelos de textura fina es necesario recubrir con mulch.**

4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.3. **Implantación de una cubierta vegetal**

a) Siembra:

3. Hidrosiembra:

- Proyección a gran presión sobre la superficie del terreno de una mezcla homogénea de agua, semillas y aditivos, tales como:
 - Mulch.
 - Estabilizadores.
 - Fertilizantes.
 - Insecticidas.
 - Fungicidas.
 - Repelentes de avifauna.
- La hidrosiembra está especialmente indicada para superficies con pendientes (40-45%) y para espacios poco accesibles a la maquinaria convencional.
- Se realiza con una **hidrosembradora:**
 - Un camión (o tractor) al que se acopla una cisterna con un agitador de palas en su interior para mezclar el agua con las semillas y los aditivos.
 - Un cañón hidráulico dirigitible mediante el que se proyecta la mezcla.



4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.3. **Implantación de una cubierta vegetal**

a) Siembra:

3. Hidrosiembra:



4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

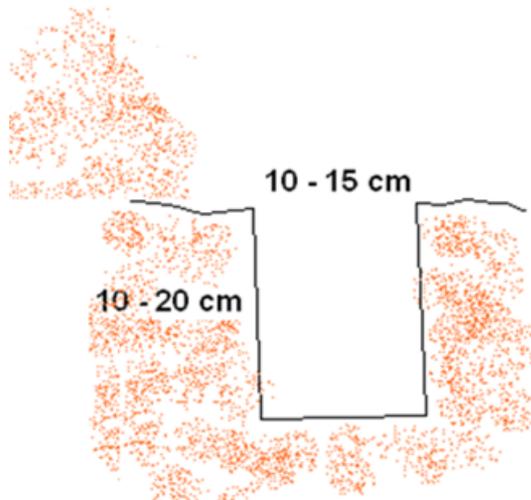
4.4.3.3. **Implantación de una cubierta vegetal**

a) Siembra:

4. Siembra en hoyo:

- **Se utiliza para semillas de arbustos y de árboles.**
- Método de siembra manual.

Diámetro, cm	Número de semillas
< 1,5	20
1,5 - 3	10
3 - 6	5
> 6	3



4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.3. **Implantación de una cubierta vegetal**

a) Siembra:

4. Siembra en hoyo:

- **Se utiliza para semillas de arbustos y de árboles.**
- Método de siembra manual.
- Los hoyos suelen tener de 10 a 15 cm de diámetro y de 10 a 20 cm de profundidad.
- En cada hoyo se introduce un número determinado de semillas, lo que dependerá para cada especie. Para encinas y robles, se utilizan de 3 a 5 bellotas por hoyo.
- La distancia entre hoyos de 1 a 5 m, dependiendo de la densidad final que se quiera obtener.
- Es conveniente añadir en el fondo del hoyo, un fertilizante de liberación lenta y, una vez tapado el hueco, se extiende una capa de mulch para retener la humedad del suelo.

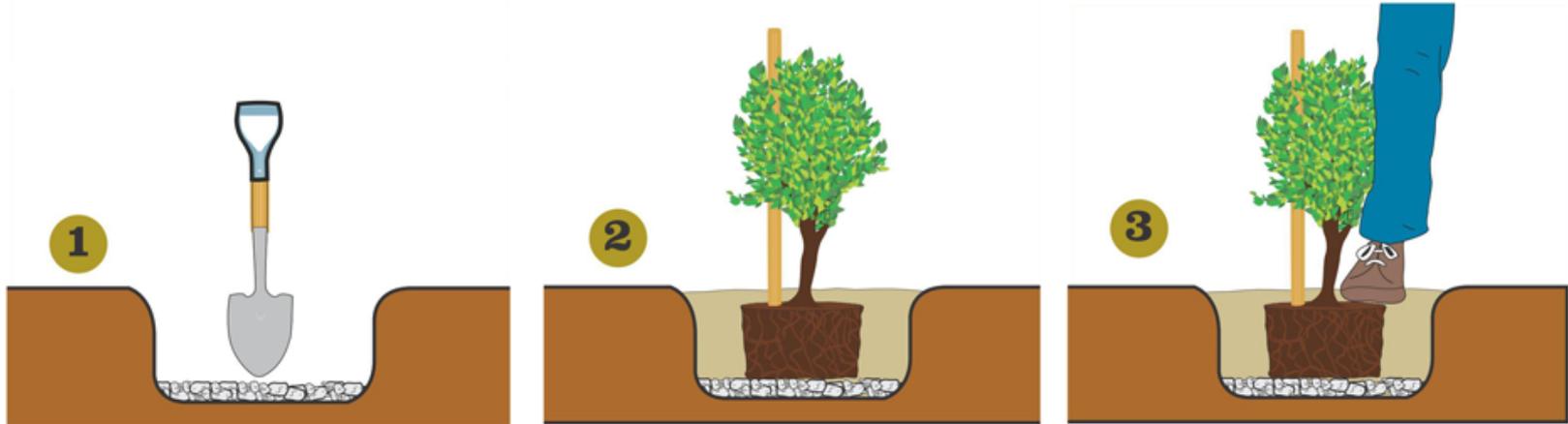
4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.3. **Implantación de una cubierta vegetal**

b) Plantación:

- Se utiliza cuando las condiciones no son adecuadas para que germinen las semillas o cuando se quiere una cubierta vegetal de inmediato.
- Se práctica mediante la excavación de hoyos donde se plantan los ejemplares.
- El tamaño depende de la especie.



4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.4. Cuidados posteriores a la implantación

- **Finalidad:** garantizar el desarrollo adecuado de la vegetación hasta que pueda mantenerse por sí sola.
- **Cuidados a practicar:**
 - a) **Fertilización.**
 - b) **Riego.**
 - c) **Resiembra.**
 - d) **Reposición de marras.**
 - e) **Aclarados.**
 - f) **Siegas.**

4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.4. Cuidados posteriores a la implantación

a) Fertilización:

- **Objetivo:** asegurar que no se producen déficit nutricionales.
- **Síntomas más típicos:**
 - Amarilleo de las hojas.
 - Aparición de calveros en césped.
- **Una o dos veces al año.**
- **Período:** 2 a 3 años una vez realizada la implantación.

b) Riego:

- En zonas de clima continental: riego mensual.
- En zonas de clima oceánico: se puede reducir a los meses de verano.
- En zonas con pendiente, debe practicarse evitando que se produzca arrastre del suelo.

4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.4. Cuidados posteriores a la implantación

c) Resiembra:

- En las zonas donde las semillas no han brotado, debe procederse a la resiembra de estas superficies.

d) Reposición de marras:

- Reposición de los árboles y arbustos muertos.

e) Aclarados:

- En el caso de que la densidad de la plantación sea superior a lo diseñado, se procede a realizar un aclareo (eliminación).

f) Siegas:

- En las superficies sembradas, la vegetación puede desarrollarse en exceso, acumulándose vegetación muerta, aparición de calveros, etc. En estos casos se procede a la realización de labores de siega.

4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.4. Cuidados posteriores a la implantación

- Cubierta vegetal de taludes:

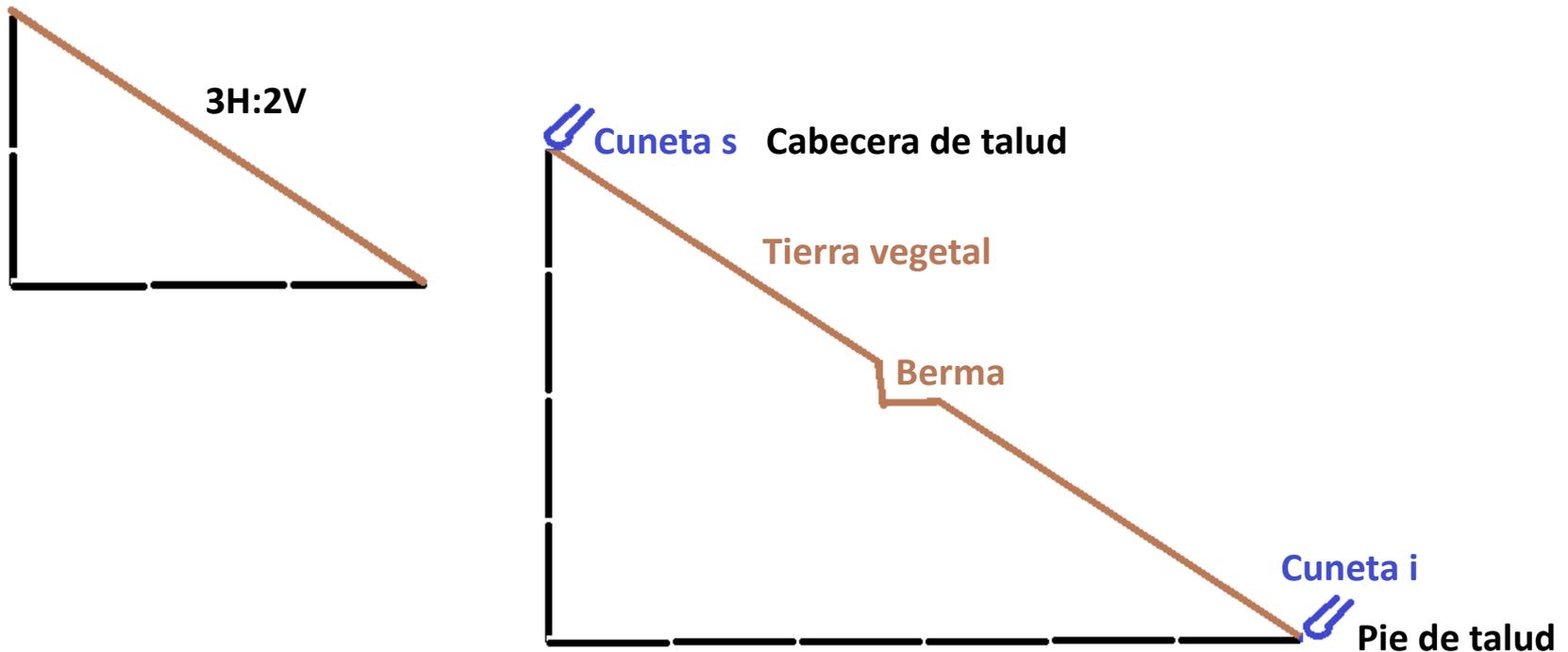
- Pendientes inferiores a 3H:2V.
- Bermas: taludes de mucho desarrollo.
- Cunetas de recogida de agua.
- Preparación de la superficie, extendido de tierra vegetal (30 cm de espesor).
- Cubierta vegetal:
 - Hidrosiembra.
 - Plantaciones de arbustos y árboles.

4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.4. Cuidados posteriores a la implantación

- Cubierta vegetal de taludes:



4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.4. Cuidados posteriores a la implantación

HIDROSIMBRA:

- Semillas: 40 g/m²
- Mulch: 10 g/m²
- Estabilizante: 10 g/m²
- Fertilizante: 90 g/m²
- Agua: 2 a 5 l/m²

Composición de las semillas:

- **Gramíneas, 50 %:**
 - *Dactylus glomerata*
 - *Lolium perenne*
 - *Poa pratensis*
 - *Festuca pratensis*
- **Leguminosas, 40 %:**
 - *Lotus corniculata*
 - *Trifolium pratense*
 - *Trifolium repens*
- **Especies arbustivas, 10 %:**
 - *Ulex europaeus*
 - *Erica arborea*

PLANTACIONES :

Arbustos:

- *Calluna vulgaris*
- *Ligustrum vulgare*
- *Rubus ulmifolia*
- *Rhamnus alaternus*
- *Erica vagans*

Árboles:

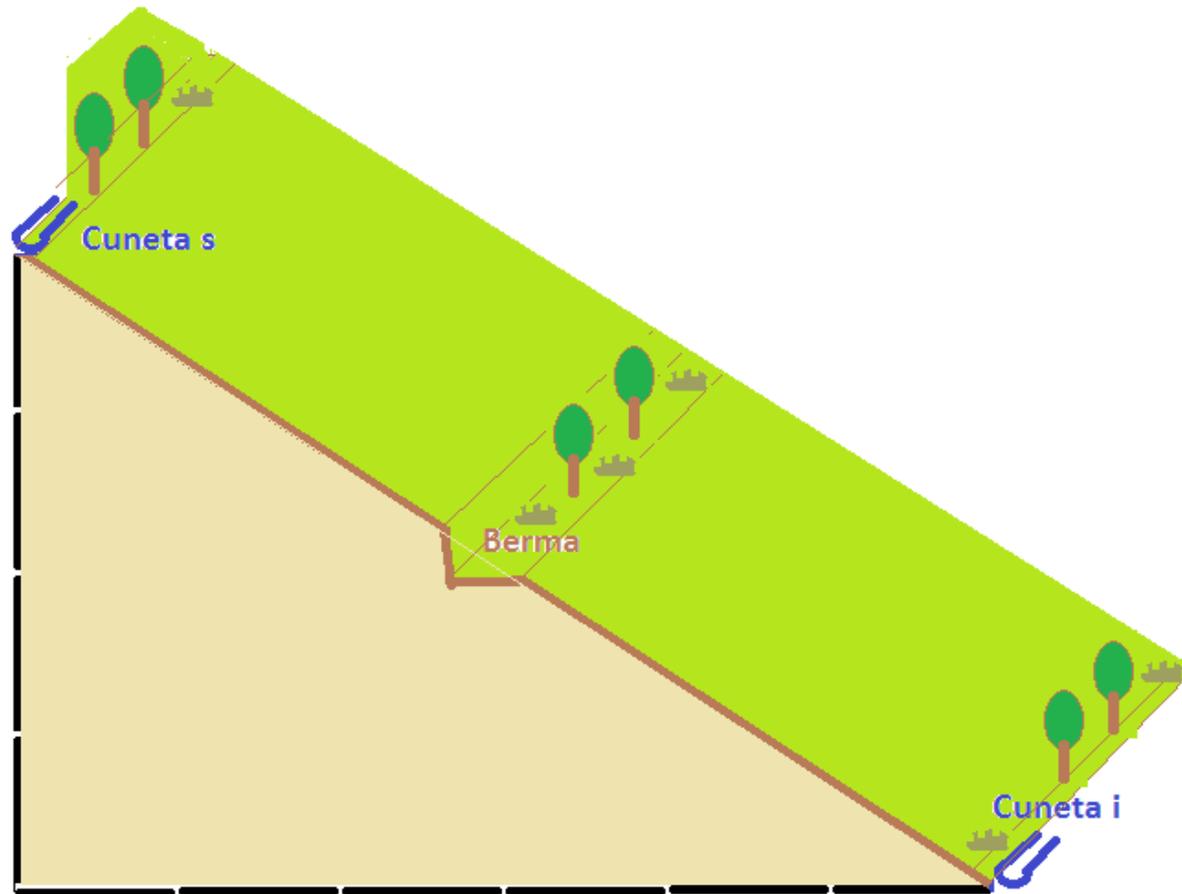
- *Fraxinus excelsior*
- *Agnus glutinosa*
- *Quercus ilex*
- *Castanea sativa*

Hilera de 4 pies/10 m.lineal

4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.4. Cuidados posteriores a la implantación

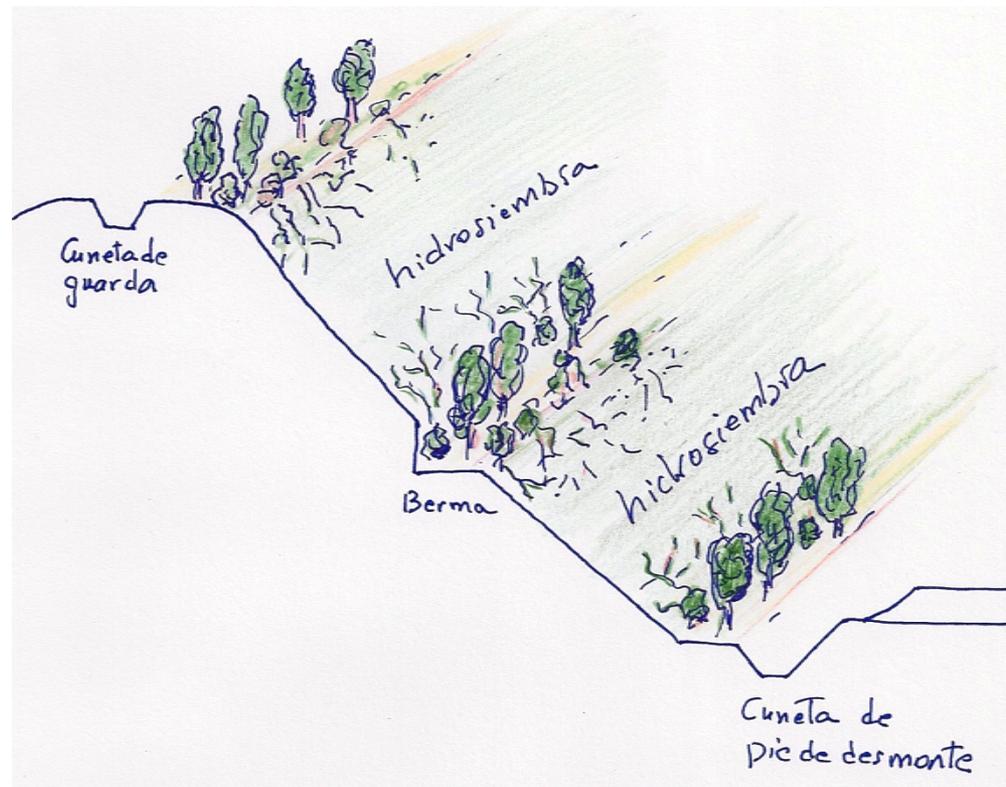


4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.4. Cuidados posteriores a la implantación

- Revegetación de taludes en desmante:



4.4. RESTAURACIÓN O RECUPERACIÓN DE TERRENOS AFECTADOS

4.4.3. Revegetación

4.4.3.4. Cuidados posteriores a la implantación

