

**ANEXO 4**  
**Plan de restauración**

## PLAN DE RESTAUCIÓN PAISAJÍSTICA Y DE LA CUBIERTA VEGETAL

Dada la amplitud del proyecto y que la ejecución de este se va a realizar por anualidades, pudiendo variar la concreción del mismo desde el proyecto original al finalmente replanteado, se describe a continuación el plan marco que contempla las directrices de actuación en materia de revegetaciones, que será concretado en cada anualidad.

El plan de restauración contempla los siguientes pasos:

- Adecuación de la morfología y establecimiento del sistema de drenaje
- Adecuación de los sustratos
- Siembras
- Plantaciones
- Mantenimiento

El diseño de este plan de restauración se apoya en el diseñado para fases previas de esta obra (Castellana, 2020).

### 1. ADECUACIÓN DE LA MORFOLOGÍA Y ESTABLECIMIENTO DEL SISTEMA DE DRENAJE

Las acciones que prevé el proyecto van a alterar la morfología existente al incorporar nuevas infraestructuras afectando tanto a la calidad paisajística del área como al sistema de drenaje actual, pudiendo dar lugar a nuevos procesos erosivos. Además, las obras redundan en afecciones sobre el suelo que suponen la pérdida y desestructuración del mismo y afectarán a la cobertura vegetal de áreas con diferentes comunidades pudiendo generar grandes extensiones desnudas de difícil restauración.

El primer paso para una buena recuperación posterior se basa en partir de un proyecto cuya afección sea la menor posible, por eso es importante que el trazado de los caminos, pistas e instalaciones auxiliares coincidan al máximo y que se ajusten a la morfología del terreno de forma que se respete tanto las formas actuales como la cubierta vegetal.

Además, las medidas protectoras deben velar porque el desarrollo de los trabajos sea lo menos invasivos posible, afectando únicamente a las áreas imprescindibles. Pero aún con todo, se hace necesario abordar un plan de restauración tanto de la morfología como de la vegetación.

Se ha trabajado desde el propio diseño buscando que las pistas queden finalmente sobre una banqueta asumible dentro del entorno, que respete y facilite el mantenimiento de los trazados naturales de drenaje y no quede enmarcada entre taludes angulosos y lineales de desmonte y terraplén.

En la preparación de estos trabajos se debe prever las zonas en las cuales la retirada de la capa vegetal va a permitir la extracción de tepes que puedan ser utilizados con posterioridad en la recuperación de la cubierta herbácea, muy especialmente en taludes, donde la instalación de tepes mejorará enormemente la estabilidad de los mismos y su comportamiento frente a los procesos erosivos, además de acelerar enormemente la recuperación de la vegetación autóctona.

La recuperación de la geomorfología a menudo comporta la necesidad de gestionar volúmenes importantes de material de rechazo que se han de ubicar en el interior de la zona de explotación dando lugar a nuevas formas que deben resultar asumibles dentro del paisaje.

De forma previa al inicio de los trabajos se debe estudiar las características del entorno y organizar el trabajo, es decir:

- Evaluar riesgos y mapear áreas susceptibles de erosión
- Identificar y caracterizar ambientalmente las áreas a afectar
- Identificar las rutas de tráfico de la maquinaria, los sitios de trituración y el almacenamiento de los sustratos reelaborados
- Diseñar un modelado flexible de movimiento de tierras que se integre en el entorno, evitando formas geométricas
- Caracterizar suelos (diferentes movimientos de tierra, materia orgánica, textura, humedad, etc.)
- Definir técnicas apropiadas para la reposición del suelo, determinando el grosor de las capas de sustrato que va a reponerse (roca, tierra mineral y vegetal) y estimar los volúmenes correspondientes

Los dos primeros puntos se han identificado ya en el EsIA, y se concretan, junto con el tercero en el programa de vigilancia ambiental y el documento de replanteo ambiental. La creación de nuevas formas del relieve se debe hacer de acuerdo con cuatro principios generales:

- Funcionalidad de la infraestructura. Un diseño forzado da lugar a nuevos procesos de intervención para la mejora.
- Estabilidad geotécnica máxima, incluyendo el riesgo moderado.
- Adecuada gestión de las aguas afloradas o pluviales.
- Protección de las geoformas y control de la erosión como consecuencia de precipitaciones excepcionalmente intensas.

Todo ello debe ser compatible con las exigencias de estabilidad de la cubierta edáfica necesaria para el establecimiento de la vegetación. Las condiciones de estabilidad geotécnica se pueden observar en la zona circundante a la explotación. Son una buena referencia para el diseño de

nuevas geoformas: la presencia y la altura de los taludes naturales, el ángulo de inclinación de las vertientes estables y sin erosión y las características de la red de drenaje preexistente.

## 1.1. Taludes y pendientes

Buena parte de las afecciones de las infraestructuras lineales (caminos y pistas) parten, en los diseños técnicos, de mantener una pendiente uniforme según los tramos. Estas pendientes uniformes no deben llevarse a la práctica, ni tan siquiera en las diagonales, sino que se debe replantear la infraestructura buscando una adaptación morfológica al terreno. Se debe priorizar el mantenimiento de la cubierta vegetal frente a la homogeneización de las rasantes en alturas inferiores a treinta centímetros.

El acabado final de los taludes transforma una serie de factores que favorecen su inestabilidad geomorfológica, tales como producir un aumento de la pendiente, cortar niveles freáticos y modificar las propiedades físicas de los sustratos expuestos, entre otros.

Ciertamente, la práctica constructiva de infraestructuras lineales lleva aparejado un aumento de la pendiente local de una buena parte del territorio modificado. La alteración de este factor, por sí solo, contribuye a aumentar la inestabilidad de los nuevos taludes creados. En otros casos, sin embargo, puede producirse una disminución de la pendiente, como ocurre en las propias plataformas o en algunos terraplenes.

En el diseño de los taludes se deben considerar las dinámicas geomorfológica e hidrológica locales, desde su análisis y comprensión, como factores esenciales en el diseño y construcción de desmontes y terraplenes. Ello recomienda, en la medida de lo posible, el modelado de los taludes, variando sus perfiles rectilíneos por otros geomorfológicamente más estables (de topografía normalmente compleja), según dicte el análisis geomorfológico local. Como norma general se debe tener en cuenta dotar a los taludes de una pendiente media no superior a 3H:2V, de forma que el arranque del talud sea en curva, evitando los cortes en ángulo y, siempre que este tenga una potencia superior a tres metros, incorporando diferentes pendientes en el seno del propio talud en forma de semi berma con perfiles redondeados.

Los taludes se adaptarán a la morfología de las pendientes, de forma que las cabeceras y los pies de talud no definirán una línea recta, al igual que la semi berma en caso de existir, si no líneas curvas que determinarán un ancho variable de las plataformas, siempre teniendo en cuenta el respeto de la anchura mínima que exija la infraestructura.

Los taludes de terraplén de gran potencia se irán conformando de abajo a arriba, permitiendo así tanto la adopción de las formas deseadas como la reinserción de tepes en caso de que exista posibilidad o necesidad de ello.

En caso de la necesidad de utilizar pendientes superiores a 3H:2V, la reinserción de tepes de forma paralela al avance de la infraestructura será prioritario siempre que ello sea posible, dada la dificultad de cualquier proceso de siembra en esas pendientes.

## 1.2. Drenaje y erosión hídrica

Una buena parte de las excavaciones asociadas a la construcción de infraestructuras cortan formaciones geológicas que almacenan y transmiten agua, lo que origina surgencias y rezumes en los desmontes. Esta circunstancia, que podría parecer una ventaja para la restauración ecológica en ambientes secos, acaba convirtiéndose en la mayor parte de los casos en un problema, porque acelera la actividad geomorfológica de los desmontes. Se desencadenan así distintos tipos de movimientos gravitacionales, los cuales aparecen recogidos en la literatura como *seepage erosion*. La previsión de afectar a la dinámica de las aguas subterráneas es uno de los aspectos menos considerados y más difíciles de controlar.

De manera adicional, se modifican las propiedades físicas de las nuevas superficies expuestas, sobre todo en el caso de la construcción de desmontes. Así, por ejemplo, los procesos de excavación originan procesos de “descompresión” (descompactación y “esponjado” en los sustratos expuestos), como resultado de la disminución brusca de las presiones litostáticas confinantes, lo que favorece su fragmentación e inestabilidad. Este fenómeno es muy evidente cuando se excavan macizos rocosos.

Y si se construyen desmontes sobre rocas “blandas”, los acabados “estándar” suelen generar superficies lisas y compactadas, lo que tiene como consecuencia innumerables efectos limitantes para la restauración (como, p.e., una erosión hídrica severa).

La consecuencia hidrológica más evidente de la construcción de infraestructuras lineales es lo que se conoce como “efecto barrera”. Los trazados de caminos y pistas (sobre todo en las diagonales) se convierten así en toda una red de barreras hidrológicas longitudinales que modifican la dinámica hidrológica superficial y subterránea previa. Ello produce la intercepción, desviación y descarga concentrada de la escorrentía. Las cunetas interceptan y desvían la escorrentía local, que finalmente es liberada, de manera concentrada, en los colectores que constituyen los drenajes de las infraestructuras.

Otro efecto bien conocido es la formación de encharcamientos debidos a ese mismo “efecto barrera”, en este caso más bien “efecto presa”, que ocasiona la infraestructura al interceptar las líneas de flujo de circulación hidrológica (tanto superficial como subterránea). Una consecuencia más es la modificación que se produce en la recarga de los acuíferos como consecuencia de las alteraciones de la dinámica hidrológica superficial y subterránea antes descritas.

La buena gestión del agua aflorada en la explotación es imprescindible para mantener la estabilidad de los taludes próximos y para evitar los movimientos en masa. La red interna de drenaje de la explotación debe recoger esta agua y debe evacuarla de forma segura a la red de drenaje regional. También debe evitarse la entrada en los taludes del agua de escorrentía de las precipitaciones ordinarias, bien sea mediante cunetas perimetrales bien sea con cordones de tierras con la consistencia suficiente.

En la ejecución de caminos y pistas se procurará la colocación de entubados adecuados a un periodo de retorno de 500 años en todos los cruces de cauces, aunque estos sean temporales u ocasionales (únicamente funcionales en casos de tormentas o grandes precipitaciones).

En el caso de la aparición de surgencias se preverá, en la conformación del talud, la colocación de piedra marcando un cauce que permita el desalojo controlado del agua en condiciones de mínima erosión. Se colocará un entubado acorde al caudal bajo la infraestructura. Igualmente se preverá la colocación de piedra y el marcado de un cauce de disipación e infiltración a la salida de los entubados que no viertan en un cauce previo.

Tanto en los caminos como en las pistas se preverán agüeras superficiales, con una distancia máxima de veinte metros, que faciliten la evacuación del agua de forma controlada. Igualmente se preverá la colocación de piedra y el marcado de un cauce de disipación e infiltración a la salida de las agüeras que no viertan en un cauce previo.

Las aguas de precipitaciones intensas (por ejemplo, las de otoño) generan fenómenos de erosión que degradan los taludes (deslizamientos, cárcavas y surcos) y requieren otro tipo de gestión. Esta agua debe ser recogida adecuadamente y canalizada hacia la red general de drenaje conformada como se ha dicho con anterioridad. De forma especial se actuará en las zanjas abiertas a favor de pendiente, como las de nieve artificial o línea de comunicaciones de los remontes, de forma que, en caso de que no se prevea un cierre inmediato de la zanja y las obras se desarrollen en periodos de tormentas, a distancias máximas de cincuenta metros (menor distancia a mayor pendiente), la zanja estará interrumpida por una mota que obligue al agua a salir de la misma, evitando así que gane energía y genere grandes roturas y efectos erosivos.

Para evitar en lo posible los efectos de las tormentas sobre los taludes, especialmente después de la siembra, los taludes de más de tres metros de potencia se protegerán bien con hidromantas, bien con mallas o redes orgánicas.

Por último, en taludes largos de potencia superior a los seis metros, especialmente en taludes de desmonte, se preverá una cuneta de guarda o canal de contorno con una pendiente entre 1 y 5% que drenen el agua. En caso de pendientes superiores, se colocarán piedras con dos misiones, la de restar energía al agua circulante, y la de ir generando depósitos que conlleven, con el tiempo, el cierre natural de las mimas. Las cunetas verterán a la red de drenaje, que se acondicionará para recibir el agua que circule por las mismas a fin de prever efectos erosivos.

## 2. ADECUACIÓN DE LOS SUSTRATOS

El funcionamiento geoquímico y biológico del suelo es complejo. Es el resultado de un largo proceso evolutivo que ha dado lugar a muchas interacciones entre componentes físicos, químicos y biológicos. Después de la rotura y la afección al suelo, por lo tanto, es imposible reponerlo tal y como estaba antes del trabajo. Sin embargo, su estructura rígida debe mantenerse para permitir que el ecosistema del suelo funcione y sea capaz de facilitar sosteniblemente la instalación y el crecimiento de las plantas. Por lo tanto, se recomienda superponer capas de suelo remodeladas (o diferentes horizontes) como estaban antes del trabajo.

Una vez se ha establecido la morfología de las diferentes áreas de la nueva infraestructura, hay que proporcionar un sustrato edáfico que permita el desarrollo del tipo de formación vegetal deseado. Pese a que en teoría es posible el aporte de materiales externos a la propia obra, en la práctica ese proceso queda prácticamente descartado. Por ello es necesario obtener y preservar tanto la tierra vegetal como los materiales finos que puedan, mediante enmienda orgánica, convertirse en un sustrato adecuado que tenga las propiedades físicas y la capacidad de suministro de nutrientes convenientes para las plantas que se quiere que se desarrollen. Por tanto, y siempre que sea posible, se procurará el aprovechamiento del suelo natural de la zona obtenido a partir del decapado previo (capaceo), conservándolo en buenas condiciones y restituyéndolo como tierra vegetal sobre las superficies restauradas.

Muy a menudo los suelos de las laderas de la alta montaña son esqueléticos, muy pedregosos, y pobres en nutrientes. Por lo tanto, la restauración con criterios ecológicos no debe pretender crear sustratos muy fértiles, gruesos o con mucha tierra fina, si se quiere que se desarrolle y mantenga una vegetación semejante a la natural. En general, estos intentos terminan en pérdida del sustrato por erosión de diversos meteoros atmosféricos: nieve, hielo, lluvia o viento, antes de ser protegidos por una vegetación que, debido a esos mismos condicionantes, tardará un tiempo en prosperar y presentar un grado de cobertura aceptable.

Es conveniente aprovechar los materiales de la propia obra siempre que sean adecuados como materiales formadores de suelos. En caso de tener que recabar materiales externos, un paso imprescindible es disponer de una información analítica para conocer sus características y poder buscar las enmiendas más apropiadas. Además de los parámetros analíticos, hay que controlar que los materiales de rechazo no contengan residuos como hierros, plásticos, vidrios, neumáticos, escombros, etc. y no estén contaminados por lubricantes, fugas de combustibles, etc.

Para mejorar la fertilidad química y biológica de los sustratos puede ser conveniente añadir pequeñas dosis de materiales orgánicos residuales (lodos de depuradora, compost de diversa procedencia, estiércoles) o restos vegetales procedentes de un desbroce reciente.

La reconstrucción de las capas del suelo es necesaria tanto para lograr un desarrollo estable de la vegetación, como para permitir la infiltración de agua de lluvia, contribuyendo a la recuperación de la actividad biológica, y el mantenimiento de la capacidad del suelo para producir y almacenar los recursos minerales necesarios para las plantas.

En el caso de realizar movimientos de tierra en sustratos rocosos, se pueden sacar tanto grandes bloques como afloramientos de roca madre a la superficie. Su trituración y rotura permite crear un horizonte mineral más homogéneo en el que se pueden depositar las capas de tierra mineral y vegetal. Esta técnica estabiliza la superficie del suelo y facilita el drenaje, promoviendo la alteración natural de la roca madre en elementos minerales utilizados por las plantas.

Los trabajos de restauración del suelo deben llevarse a cabo, en la medida de lo posible, en condiciones secas. La reconstrucción del suelo debe hacerse por capas de forma que el sustrato rocoso de tamaño medio y grande quede más profundo, mientras que el sustrato rocoso pequeño y las tierras finas queden más arriba. Por último, se debe disponer la capa vegetal.

Los pasos que deben seguirse en la retirada de los sustratos son:



- Extraer y almacenar la capa superior del suelo
  - Definir con precisión los métodos de extracción (tipo de maquinaria) y almacenamiento de la capa superior del suelo
  - En caso de ser posible extraer tepes para uso directo o almacenarlos y reutilizarlos al final del trabajo (ver apartado de siembras)
  - Evaluar el grosor y la cantidad de tierra vegetal que se va a quitar y almacenar
  - Preferentemente con clima seco, extraer una capa de tierra vegetal lo más gruesa posible
  - Almacenar la capa superior del suelo como máximo a unas pocas decenas de metros, se debe acopiar en hileras con una altura máxima de 1 m a 1,50 m; evitando la compactación, por lo que ha de evitarse pisarlos con maquinaria durante todo el período de almacenamiento. En caso de que la tierra vaya a ser almacenada durante mucho tiempo se recomienda hidrosementarla o protegerla mediante otros medios de la erosión
  - Almacenar aparte en condiciones semejante las posibles bolsas más profundas del suelo superior, aplicando las mismas reglas
- Extraer la tierra mineral
  - Evaluar el grosor y la cantidad de suelo mineral que se va a extraer y almacenar
  - Almacenar el suelo mineral en hileras o pilas
- En su caso, procesar la roca
  - Triturar los bloques de roca que se extraigan de la excavación
  - Distribuir roca triturada en capas homogéneas
  - Extensión de la tierra mineral y el suelo superior
  - Extender las capas de suelos minerales para obtener el modelo deseado y poder depositar una capa suficientemente gruesa de suelos minerales
  - Seguidamente, extender las capas más profundas de la capa superior del suelo para crear una interfaz entre el suelo mineral y la capa del horizonte húmico
  - Finalmente extender la capa superior del suelo y preparar el suelo para la siembra

Acciones a evitar en la preparación del suelo.

- Abordar las tareas de reposición de sustrato si no existen los sistemas o morfologías de protección del talud y de gestión del agua correspondientes
- Preparar sustratos de características muy diferentes a los suelos de los sistemas naturales que se quieren reproducir
- Afinar la superficie final del talud utilizando las puntas (o dientes) del cazo de la excavadora en la misma dirección que la pendiente máxima.

### 3. SIEMBRAS

En la superficie del suelo, las semillas sembradas están sujetas a fuerzas erosivas significativas incluso cuando se utilizan sustancias de fijación durante la siembra. Los suelos deben estar bien preparados para estabilizar las semillas y crear condiciones favorables para la germinación y el establecimiento de las plántulas. Este paso es decisivo para el éxito de la revegetación. Para ello se debe:

- De forma ideal, las enmiendas orgánicas deben ser mezcladas con la capa más superficial (aproximadamente los primeros 50 cm) del sustrato original; de esta forma se evitan problemas de erosión y de pérdida o lavado de la enmienda aportada, reduciendo el contacto entre la planta y la enmienda. Para proporcionar abono orgánico será necesario mezclarlo con la tierra fina de la capa superior almacenada, dándole, al menos tres volteos. Hay que dejar reposar las mezclas como mínimo 15 días, pero menos de 6 meses antes de extender las tierras y proceder a la revegetación. Las enmiendas orgánicas mejorarán la capacidad de retención de agua y nutrientes en suelos arcillosos, arenosos o pedregosos. En suelos que contienen una alta proporción de arcilla, la fertilización orgánica promoverá la formación de complejos y agregados arcillosohúmicos. Se mejorará su porosidad. En todos los casos, esta contribución promoverá la actividad biológica y la reestructuración natural de los suelos, y compensará las pérdidas de materia orgánica asociadas con la recuperación del suelo y la erosión posterior. Por último, disminuirán la necesidad de abono inorgánico, cuyos efectos son muy inmediatos pero en grandes dosis pueden provocar el decaimiento de las plantas una vez germinadas y producido el primer y explosivo desarrollo.
- Trabajar el suelo superficialmente mediante subsolado si, antes de sembrar, estuviera compactado
- Si el suelo no es grumoso y tiene pendientes pronunciadas, crear surcos superficiales perpendiculares a la pendiente para facilitar la unión de las semillas. Estas ranuras se pueden hacer moviéndose con una oruga ligera (lo óptimo es disponer de una máquina pisanieves vieja) en la dirección de la pendiente o con el extremo del cucharón de una excavadora en pendientes de menos de 2.5 m de altura
- Únicamente en caso necesario, compactar ligeramente el suelo reconstituido para garantizar la estabilidad.

Antes de fertilizar, debemos tener en cuenta que, idealmente, el porcentaje de materia orgánica del sustrato debería estar cercano al 1,5% y la salinidad nunca debería superar los 4 ds/m.

En los pisos alpino y subalpino del área de afección predominan los pastos, por lo que la restauración de la cubierta vegetal pasa, necesariamente, por la restauración de estos ecosistemas complejos que pueden tener gran variabilidad de especies, instalándose comunidades diferentes en función de las condiciones de cada microentorno.

Las siembras, refiriéndonos fundamentalmente al estrato herbáceo, tienen diferentes finalidades, entre las que destaca la reducción de la escorrentía superficial y la erosión. Así, en condiciones susceptibles de presentar procesos erosivos importantes (taludes de gran pendiente con

substratos muy erosionables), las siembras iniciales tienen como objetivo principal la fijación del sustrato.

Para ello se suelen utilizar especies de rápido crecimiento, con frecuencia denominadas especies estárter, capaces de formar un estrato herbáceo denso con relativa rapidez. Entre estas especies, las gramíneas tienen un papel relevante, ya que son capaces de formar numerosas hojas a ras del suelo y porque enraízan densamente en el suelo. También tienen interés las leguminosas, a causa de su capacidad de utilizar el nitrógeno atmosférico, y por tanto de crecer en substratos pobres en nutrientes y de mejorarlos. Estas especies estárter son, en buena medida, especies que tienen una duración de entre dos y tres años, para después decaer. El incremento de la biodiversidad y la instalación de las especies autóctonas que promuevan la evolución de los ecosistemas naturales (sucesión secundaria) debe ser también el objetivo de la revegetación y en consecuencia también de las siembras. Así pues, es importante que las especies estárter no limiten el establecimiento de las autóctonas. El uso de especies estárter anuales o que persistan poco en las zonas sembradas puede generar cubiertas vegetales iniciales importantes y posteriormente pueden permitir la introducción espontánea o forzada de las especies presentes en los ecosistemas naturales de referencia, por tanto deben estar en la mezcla de la hidrosiembra en proporción suficiente para ayudar en la fijación de suelo pero insuficiente como para competir con las semillas destinadas a prosperar en la cobertura definitiva del suelo. Debe tenerse la certeza de que las especies estárter utilizadas vayan a decaer en un periodo breve de tiempo porque, si no son especies propias de la zona, identificadas en los inventarios, las siembras podrían contribuir a la introducción de especies foráneas.

Las técnicas más empleadas para acelerar el establecimiento de esta cubierta herbácea es la siembra manual y la hidrosiembra.

La hidrosiembra consiste en la proyección sobre el terreno de una mezcla acuosa de semillas, mulch, fertilizantes y sustancias adherentes. Es una técnica de fácil aplicación a gran escala, porque se realiza con medios mecánicos especializados, dotados de equipos de bombeo. Las hidrosiembras muestran las siguientes ventajas:

- La vegetación se establece un 20-25% más rápido que con cualquier otra alternativa mecánica o siembra manual.
- El mulch de fibras vegetales del que se acompaña la hidrosiembra genera condiciones favorables para una rápida germinación.
- Se pueden alcanzar taludes difícilmente accesibles.

Acciones a evitar en las hidrosiembras.

- Hidrosembrar sin dejar pasar el periodo de reposo recomendado después de incorporar la enmienda orgánica.
- Hidrosembrar en épocas no favorables.
- Hidrosembrar si no existen los sistemas o morfologías de protección del talud y de gestión del agua correspondientes.
- Incorporar fertilizantes en la hidrosiembra si el sustrato ya está abonado.

De forma orientativa las mezclas de hidrosiembra contendrán:

- 60 a 100 gr/m<sup>2</sup> de mulch
- 6 a 10 gr/m<sup>2</sup> de fijador
- 10 a 60 gr/m<sup>2</sup> de abono mineral triple 15 o 15-30-15 NPK (siempre que no se haya añadido enmienda orgánica)
- 10 cc/m<sup>2</sup> de ácidos húmicos fúlvicos
- 35 a 40 gr/m<sup>2</sup> de mezcla de semillas adecuada a la zona a restaurar.

La siembra manual consiste en la aplicación directamente sobre el suelo previamente descompactado de una dosis de semillas similar a la descrita para la hidrosiembra distribuida de manera homogénea de manera manual. Tras la distribución de la semilla en las superficies a tratar, en una o dos pasadas, se realiza un rastrillado superficial para cubrir la semilla ligeramente, y así protegerla del viento y los predadores, y darle las condiciones de humedad adecuadas para la germinación.

Tanto para la siembra como para la hidrosiembra, la mezcla de semillas propuesta se basa en buscar una combinación de especies generalistas presentes en el área de estudio (presencia en gran número de inventarios) que asegure que un buen porcentaje de las semillas funcionarán bien en las zonas a revegetar facilitando la entrada del resto de especies presentes en cada área. Debe aportar un adecuado equilibrio entre gramíneas y leguminosas, además de especies estárter que faciliten la fijación del sustrato. La mezcla podrá sufrir variaciones en función de la disponibilidad de las mismas, pero en todo caso deberá ser aprobada por la Dirección Ambiental de Obra.

Mezcla propuesta: *Lotus corniculatus* (8%), *Poa trivialis* (5%), *Trifolium pratense* (17%), *Festuca rubra* (38%), *Festuca ovina* (10%), *Phleum pratense* (8%) y *Dactylis glomerata* (14%).

Las especies anteriores se describen a continuación en fichas individualizadas.



### *Lotus corniculatus* L.

Hemicriptófito de 10-70 cm de longitud. Esta leguminosa está presente en pastos, prados de siega, herbazales más o menos frescos, orlas y claros forestales, etc. Su rango altitudinal va de 70-3.000 m. Aparece aquí y allá por los hábitats que ocupa que pueden ser extensos, formando a menudo poblaciones muy nutridas, aunque, por lo general, poco densas.

Planta pluriregional, dispersa por casi toda la Península. Ampliamente repartida por el Pirineo Aragonés. Planta de pilosidad variable, que presenta cáliz actinomorfo con dientes de tamaño similar o menor que el tubo y más o menos recto.

Clima mediterráneo subnemoral IV (VI), nemoral VI y oroboreal VIII. Pastizales, grietas de rocas, gleras, etc. Como todas las leguminosas es exigente en fertilidad, aunque a diferencia de muchas, tolera los suelos ácidos, también llega a soportar cierta salinidad. Tolerancia bien las heladas, pero sólo moderadamente la sequía estival.



Figura 1. *Lotus corniculatus* (Gomez et al., 2005).

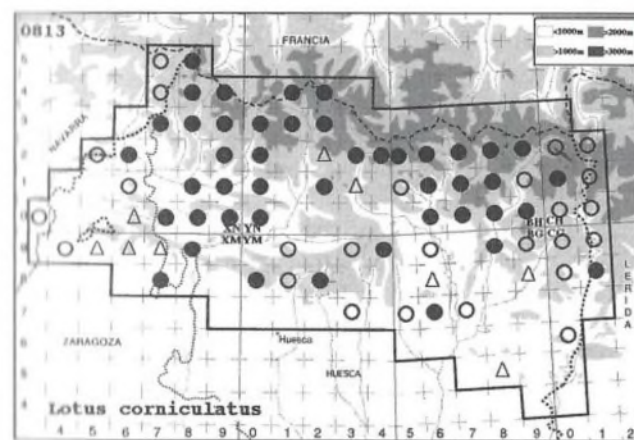


Figura 2. Mapa de distribución de *Lotus corniculatus* en el Pirineo Aragonés (Villar et al., 2001).



### *Poa trivialis* L.

Hemicriptófito de 0,4-1 m. Esta gramínea se cría en orlas y claros de bosque, prados más o menos húmedos en el verano, en media sombra o pleno sol. Laxamente cespitosa con estolones cortos. No obstante, parece que estos sólo se desarrollan bien cuando la planta crece en lugares estacionalmente secos, como medida de conservación.

Hojas con la vaina finamente áspera al tacto y el limbo gradualmente atenuado hasta la punta. Su rango altitudinal es de 500-2.000 m, aunque puede llegar a los 2.250 m. Esta planta lateurosiberiana, se distribuye por buena parte de la Península y el conjunto del Pirineo aragonés.

Esta gramínea es indiferente en cuanto al tipo de suelos.



Figura 3. *Trifolium pratense* (Gómez et al., 2005).

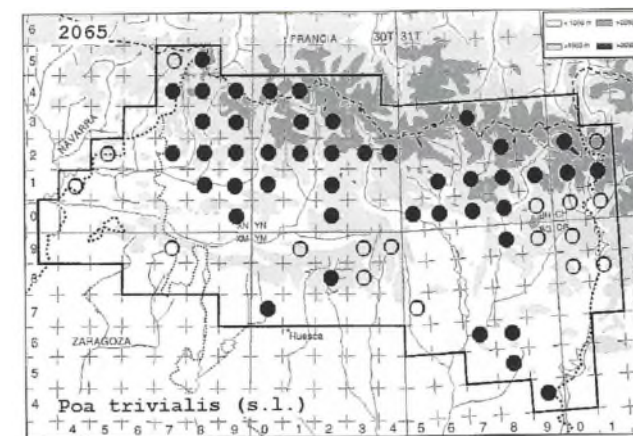


Figura 4. Mapa de distribución de *Poa trivialis* en el Pirineo Aragonés (Villar et al., 2001).





### *Trifolium pratense* L.

Hemicriptófito de 10-60 cm. Este trébol rosa se cría en pastos, prados, juncas, cunetas y comunidades herbáceas sobre suelos más o menos alterados. Presenta un elevado polimorfismo habiéndose descrito multitud de variedades. Algunas de ellas se utilizan como aprovechamiento forrajero siendo muy apreciado por pastores y ganaderos. Son características las estipulas oval-lanceoladas y no linearlanceoladas como en *T. medium*. Su rango altitudinal es de 400-2.250 m, aunque puede llegar a los 2.500 m. Esta planta pluriregional holártica, se distribuye por toda la Península y es abundante en el Pirineo aragonés (Alto Pirineo y Prepirineo).

Esta leguminosa es indiferente en cuanto al tipo de suelos. Es de establecimiento rápido, estando indicada para suelos húmedos.



Figura 5. *Trifolium pratense* (Gómez *et al.*, 2005).

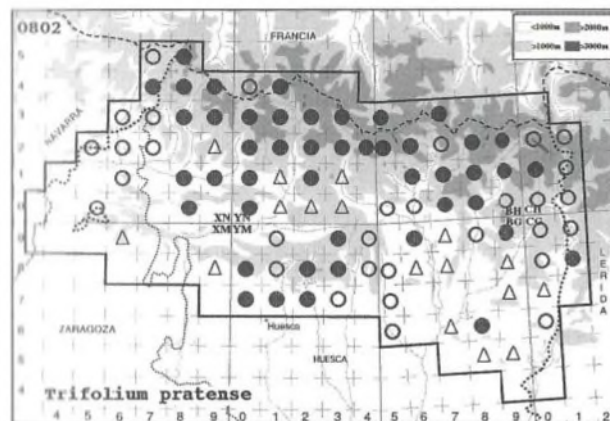


Figura 6. Mapa de distribución de *Trifolium pratense* en el Pirineo Aragonés (Villar *et al.*, 2001).



### *Festuca rubra* L.

Hemicriptófito de 30-70 cm de altura. Esta gramínea muestra gran amplitud ecológica, pues prospera desde los pastos más secos de la tierra baja hasta los semihúmedos e incluso húmedos del piso alpino. Su rango altitudinal está entre los 600-2.650 m, aunque se la ha visto desde los 350 hasta los 2.850 m. Planta pluriregional, extendida por buena parte de la Península y ampliamente repartida por el Pirineo, si bien escasea a baja altitud. El grupo de las rubra forman un complejo grupo taxonómico con numerosas subespecies. Se trata de plantas con rizomas más o menos encespedantes, con hojas finas, cuyas vainas basales toman un color pardo-rojizo, de ahí su nombre.

Resiste el frío y las heladas, la sombra y menos a la sequía.



Figura 7. *Festuca rubra* (ANTHOS).

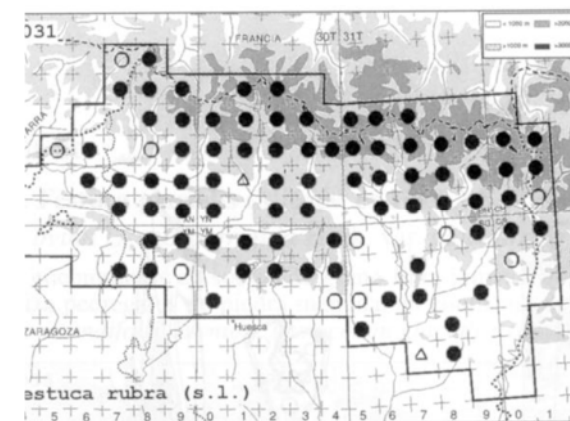


Figura 8. Mapa de distribución de *Festuca rubra* en el Pirineo Aragonés (Villar *et al.*, 2001).





### ***Festuca ovina* L.**

Hemicriptófito de 20-45 cm de altura. Esta gramínea encespeda en pastos secos, así como en terrenos pedregosos a veces sometidos a crioturbación. Su rango de alturas está entre los 400 y los 2.500 m, aunque se la ha encontrado hasta los 2.750 m. Planta plurirregional, dispersa por casi toda la Península. Ampliamente repartida por el Pirineo aragonés. Muestra un esclerénquima continuo, lo que hace que la hoja sea muy dura y las vainas más bien laminares y brillantes.

Más adaptada a la sequía que las del grupo rubra. Se adapta a suelos ácidos y pobres en nutrientes.



Figura 9. *Festuca ovina* (ANTHOS).

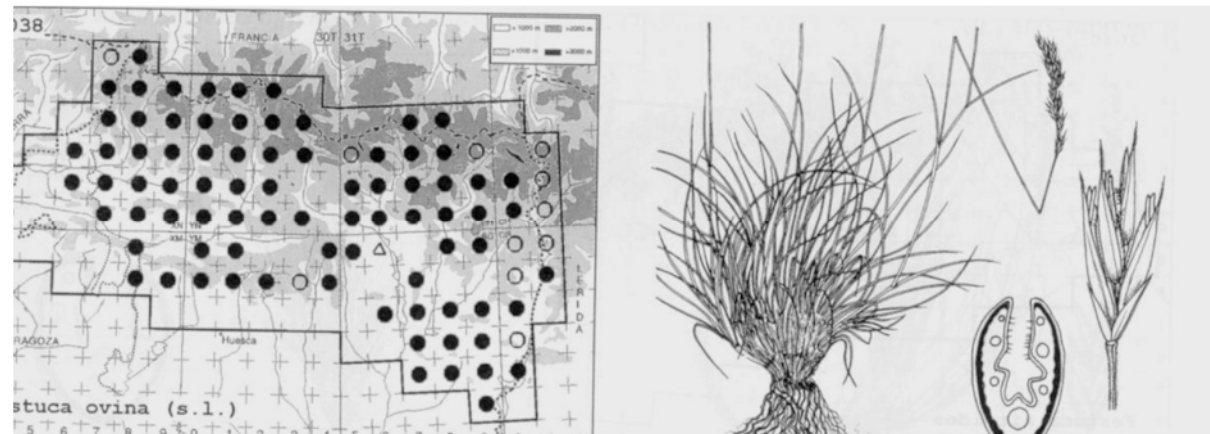


Figura 10. Mapa de distribución de *Festuca ovina* en el Pirineo Aragonés (Villar *et al.*, 2001).

### ***Phleum pratense* L.**

Hemicriptófito de 10-80 cm de altura. Es gramínea de prados y pastos no muy secos, pero también crece a orillas de campos y lugares pistoteados como cunetas, caminos, majadas, etc. Su rango altitudinal va de los 500- 1.950 m. Planta plurirregional, extendida por buena parte de las montañas de la Península, sobre todo en la mitad N. En el Pirineo aragonés predomina por el Prepirineo, aunque salpica los Somontanos y el Alto Pirineo (valles de Ansó, Tena, Bielsa, Gistaín, Benasque...).

Planta más o menos cespitosa, con la parte inferior del tallo engrosada, bulbiforme. Hojas de hasta dos palmos de largas, con lígulas de 2-6 mm. Inflorescencia en espiga, con espiguillas sentadas, densas y cerradas incluso al doblarlas. Glumas largamente filiadas, truncadas y con arista amical de hasta 2 mm.

Resiste muy bien el frío, pero no soporta la sequía.



Figura 11. *Phleum pratense* (Gomez *et al.*, 2005).

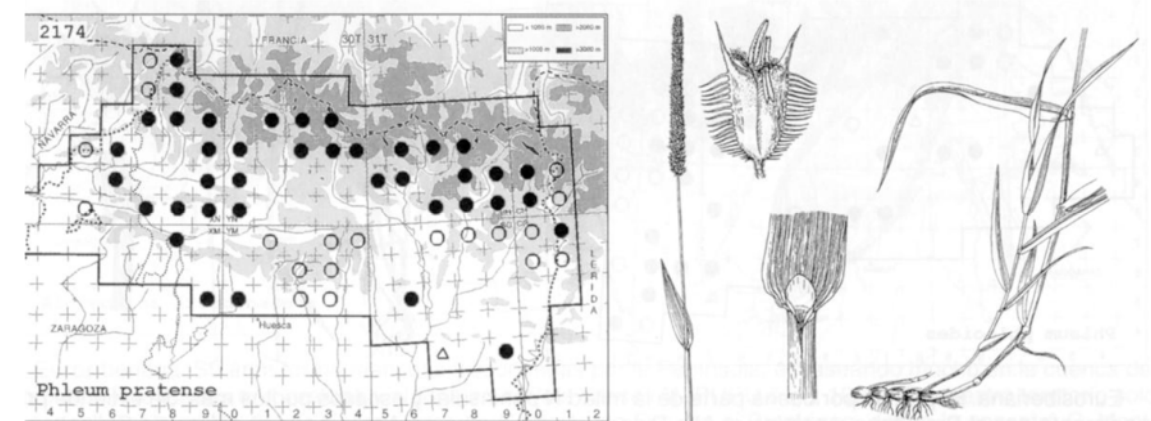


Figura 12. Mapa de distribución de *Phleum pratense* en el Pirineo Aragonés (Villar *et al.*, 2001).

### *Dactylis glomerata* L.

Hemicriptófito de 15-50 cm. Se localiza en prados de siega y pastos relativamente húmedos o no muy secos, donde suele indicar sustrato rico en materia orgánica. Puede encontrarse también en cunetas frescas, claros de bosque, megaforbios, majadas, lastonares y otros herbazales. Planta estolonífera, robusta, con tallos hasta 60 cm y hojas estrechamente lanceoladas, divididas en finas lacinias dispuestas en planos distintos, más o menos pelosas; los pequeños capítulos, blancos, se agrupan en densos corimbos. Especie muy polimorfa. Su rango altitudinal es de 600-2.280 m, aunque puede llegar a los 430 y 2.450 m. Esta planta late-eurosiberiana, se distribuye por buena parte de la Península. De presencia abundante en el Prepirineo es algo más escasa en Alto Pirineo.



Figura 13. *Dactylis glomerata* (Gomez et al., 2005).

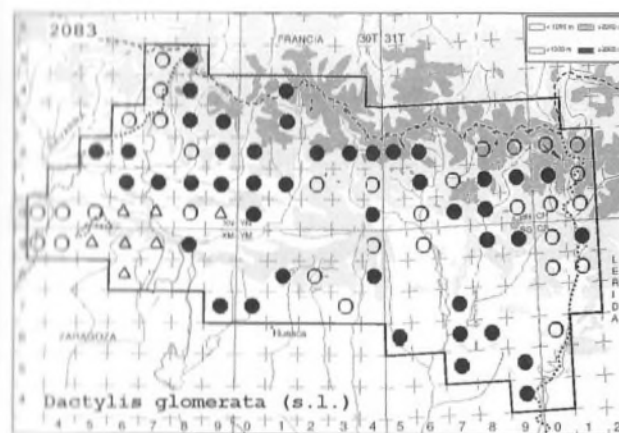


Figura 14. Mapa de distribución de *Dactylis glomerata* en el Pirineo Aragonés (Villar et al., 2001).



## 4. UTILIZACIÓN DE TEPES

En algunas zonas donde la cubierta herbácea está bien estructurada resultando fácil su extracción y su reposición, o en áreas donde se hayan instalado plantas que se multiplican principalmente de forma vegetativa (*Festuca eskia*), es conveniente emplear la técnica de, en el desbroce, almacenar tepes de forma que podremos tener material vegetal muy útil para la revegetación.

Se deben planificar tareas para optimizar esta valoración.

- Identificar un lugar donde se puedan almacenar los tepes limitando su exposición al viento y al sol (la operación se llevará a cabo antes de la sequía de verano, y si se debe hacer en el verano, el reposicionamiento de los tepes debe realizarse al comienzo del otoño)
- Retirar los tepes manteniendo las raíces en un terrón de tierra (un grosor de tierra de, al menos, 15 cm). Los tepes deben tener más de 30 cm de diámetro para arbustos tupidos. Los tepes de 20 cm de diámetro pueden ser suficientes si se trata de un conjunto de hierbas y musgos, pero su manejo posterior en la reposición resulta bastante costoso, de forma que el manejo de placas grandes es lo más conveniente. De cualquier forma, su tamaño se determinará de acuerdo con el tipo de vegetación, los patrones de crecimiento y la abundancia de las especies objetivo
- Preferiblemente instalar directamente los tepes en el sitio a revegetar, reubicando los tepes con las raíces hacia abajo y manteniendo los terrones de tierra originales, sobre un sustrato bien preparado. El trabajo debe realizarse de forma que los tepes se vayan acolchando con tierra para que no queden espacios intersticiales vacíos compactando ligeramente
- Si es necesario el almacenamiento de los tepes este debe ser por un tiempo limitado: 3 semanas en período seco (sin precipitación), y hasta 4 meses si se garantiza un riego regular
- Almacenar los tepes en hileras (máximo 1 m de ancho y 50 a 60 cm de alto).

## 5. UTILIZACIÓN DE MALLAS ORGÁNICAS Y DE HIDROMANTAS

Al igual que las mantas orgánicas, las mallas o redes orgánicas son productos relacionados con los geotextiles de composición de fibras similares (coco, yute o polipropileno), pero que por definición sus elementos constitutivos (hilos) son porcentualmente menores que sus huecos, por lo que se emplean como elementos de refuerzo en aplicaciones geotécnicas y de restauración de la vegetación, ya que entre la luz de malla se originarán pequeños diques de contención de las microcárcavas del talud, que facilitarán el paso de vegetación nacida. Son, por ello, un recurso diferente de las mantas orgánicas, al ser especialmente indicadas para el refuerzo de otros productos geotécnicos, o de terrenos de granulometría gruesa que quedarán en parte retenidos



entre sus huecos, facilitando a la vez el paso de la vegetación nacida o sembrada sobre él, mejorando de esta manera la implantación vegetal. En particular, las redes orgánicas de coco tienen una gran adaptabilidad y flexibilidad, generando buenos resultados en desmontes de margas, arcillas, etc., poco pedregosos. Como todos los soportes, estas redes pueden ser instaladas fuera de épocas de siembra, de forma que se inicie la protección superficial de los taludes antes del establecimiento vegetal.

En taludes de pendiente media o elevada, dónde los materiales son difíciles de fijar utilizando medios como la hidrosiembra habitual o las mantas y redes orgánicas, se pueden utilizar las hidromantas.

Las hidromantas se han desarrollado para controlar la erosión proveniente del viento y lluvia en superficies de taludes. Está diseñado para proporcionar control temporal contra la erosión hasta que la vegetación se haya establecido, proporcionando un control permanente.

La clave del funcionamiento de las *hidromantas* es el uso de agentes que se enlazan en cruz. Los elementos aglomerantes utilizados para este producto son polímeros polisacáridos, hechos a partir de moléculas de cadena larga. Si se aíslan, estas moléculas se mueven independientemente unas de otras. Sin embargo, los agentes de enlace cruzado unen un polímero con otro. Esta unión hace que se mezcle y fluya fácilmente cuando está mojado, y le permite permanecer duro e insoluble una vez seco protegiendo la superficie del suelo contra las lluvias y la erosión.

Está compuesto por fibras de madera residuales de alta calidad, refinadas termo-mecánicamente. Este proceso da lugar a un material limpio y altamente fibroso, consiguiendo una matriz entrelazada de muchísima calidad.

Este tratamiento no es agresivo para el medioambiente. Al proyectarse mediante hidrosiembradora, el suelo permanece relativamente intacto, reduciendo así riesgos adicionales de erosión. Con el tiempo, el producto se descompone en dióxido de carbono y agua.

Se mezcla mediante agitación mecánica en un tanque de hidrosiembradora. El producto se mezcla rápida y fácilmente, permitiendo una aplicación suave. Tiene una gran adaptabilidad a la morfología del talud, protegiendo taludes de gran inclinación y difícil acceso. En un plazo de 24 horas forma una matriz duradera, de color natural y resistente al agua.

Dependiendo de la topografía y de la técnica de aplicación, se seca con un grosor de 3-6 mm. Este escudo se une íntimamente con el suelo y se adapta a sus contornos, asegurando una protección completa. Puede establecerse para proteger una nueva siembra, incluso cuando se ha aplicado con temperaturas cercanas al punto de congelación.

Los ensayos realizados con este tratamiento ponen de manifiesto las siguientes ventajas:

- Menor flujo de agua: 65% en comparación con una hidrosiembra convencional y un 35% con el empleo de mantas orgánicas
- Tasa más alta de germinación de semillas: 17% superior que en una hidrosiembra estándar y un 2% superior con el empleo de mantas orgánicas.
- Menor pérdida de semillas.

- Menor pérdida de suelo: 67% en comparación con una hidrosiembra estándar y un 33% en comparación con el empleo de mantas orgánicas.
- Garantía de permanencia en el talud: 12-18 meses. Permite la protección de la siembra hasta que se den las condiciones adecuadas para la germinación.
- Rendimientos altos de ejecución: reducción de costes respecto al empleo de mantas orgánicas.

El proceso de restauración más aconsejable es la imprimación del talud con la mezcla inmediatamente después de la extensión de tierra vegetal, de forma que este quede protegido inmediatamente de la acción de los agentes erosivos: lluvia o viento.

## 6. PLANTACIONES

El principal objetivo de las plantaciones, en el contexto de la restauración ecológica, es acelerar la sucesión creando la composición, la estructura física y la función del ecosistema de referencia. Con frecuencia las comunidades del piso montano incluyen especies leñosas, árboles y arbustos, dominando la cubierta vegetal o como grupos de vegetación leñosa dentro de una matriz de herbáceas, con leñosas de reducidas dimensiones (subarbustos) y suelo desnudo.

Los ecosistemas, incluso los aparentemente más sencillos, constituyen una compleja red de interacciones dinámicas: reconstituirlos de forma completa partiendo de cero no es posible. Pero hay medios que pueden facilitar el ensamblaje de diferentes partes del ecosistema y la reorganización del resto. La introducción de plantas leñosas tiene un objetivo doble. Por un lado, recuperar estas especies, con frecuencia emblemáticas y necesarias para el funcionamiento del ecosistema en su conjunto. Por otro, promover su papel como especies clave, que pueden atraer otras especies, y contribuir a restablecer la integridad del ecosistema.

La vegetación de estos ambientes pirenaicos se caracteriza por su crecimiento relativamente lento y de pauta estacional. La colonización espontánea de las especies leñosas también es, en general, lenta, por falta de semillas, por la ausencia de agentes dispersantes de semillas (como algunas aves), o por la rigurosidad del ambiente (suelos de baja calidad y condiciones meteorológicas desfavorables). Con la plantación se pretende acelerar la fase de colonización, introduciendo plantas seleccionadas y creando mejores condiciones para su establecimiento.

Por otro lado, las plantas introducidas deben generar una comunidad funcional que requiera la mínima intervención (en todo caso, un nivel de intervención análogo al del ecosistema de referencia). Por ello, la plantación debe considerar simultáneamente una perspectiva temporal inmediata (que garantice la supervivencia de suficientes plantas y la presencia de suficientes especies) y una visión a largo plazo (representada por un ecosistema sostenible en los términos descritos anteriormente).



Además de una mejor integración paisajística y ecológica, la plantación de especies locales ofrece otras ventajas importantes: son especies adaptadas a las condiciones edáficas y climáticas, y también a los agentes bióticos (insectos polinizadores, herbívoros, micorrizas, plagas, potenciales, etc.), de la zona a recuperar. En consecuencia, son las especies que mejor garantizan una sucesión sostenible de la nueva comunidad vegetal.

Las plantaciones también son necesarias para incorporar especies de difícil introducción por siembra.

Los criterios para definir la composición y la densidad de las plantaciones se basan, obviamente, en los ecosistemas de referencia. Debe favorecerse la diversidad de las especies (tipo funcional, formas de ocupación del espacio, interacción con la fauna) teniendo en cuenta las respectivas respuestas a las condiciones adversas o a perturbaciones naturales como el fuego (capacidad de supervivencia, de competencia, de rebrote, etc.), así como los requerimientos o condicionantes específicos de la zona a restaurar (pedregosidad del substrato, pendiente).

Las especies a utilizar se determinarán en cada caso por la Dirección Ambiental de la Obra en función de las zonas de plantación y las especies autóctonas presentes.

En función de las especies de plantación y de cómo se suministren desde los viveros, se definirán los hoyos de plantación, la disposición y densidad de las plantas, la utilización de enmiendas, protectores, etc. a criterio de la Dirección Ambiental de la Obra, si hicieran falta plantaciones.

Se considerará también la opción de realizar estaquillado de árboles o arbustos de la zona, que consiste en introducir en el suelo estaquillas de plantas leñosas, con capacidad para arraigar y desarrollar una planta adulta. Las especies y ejemplares de las que obtener las estaquillas, el tamaño de las mismas, utilización de hormonas, remojo y demás aspectos del proceso de plantado será a criterio de la Dirección Ambiental de la Obra si hiciera falta estaquillado.

## 7. MANTENIMIENTO

Las labores de mantenimiento son imprescindibles tanto para el arraigo y crecimiento de la primera temporada, como para la evolución posterior de las superficies revegetadas. Los trabajos de restauración no terminan con la siembra o plantación, sino que es necesario apoyar el proceso de reimplantación de la vegetación hasta que se alcanza una dinámica positiva en la implantación de la comunidad vegetal.

Es necesario reponer mallas, paliar el estrés hídrico de las primeras temporadas, observar el comportamiento de los taludes y, en caso necesario, suplementar con enmiendas orgánicas para mejorar la fertilidad química y orgánica de los suelos. También resultará necesario proteger las plantaciones de la acción de los herbívoros durante, al menos, la primera temporada. El pisoteo intensivo del área por parte de los mismos puede conllevar la pérdida de todo el trabajo efectuado.

En cualquier caso, no se deben fiar a los trabajos de mantenimiento la restauración de un área. Los proyectos de restauración deben pensarse para hacerlo bien a la primera. Restaurar una restauración supone, en primer lugar, un alto coste y, en segundo lugar, meter de nuevo maquinaria pesada que volverá a generar daños sobre las zonas ya afectadas y, a veces, como en el caso de grandes taludes, supone la imposibilidad de abordar los trabajos sin alterar gravemente las superficies circundantes.

Una de las actividades de mantenimiento fundamentales para el éxito de las hidrosiembras es el riego, de forma que cuando se realicen siembras, se deben aportar en los 15 días siguientes, de forma natural (lluvia) o de forma asistida, como mínimo el equivalente a una precipitación de 5 l/m<sup>2</sup> (5 mm).

En caso de que las condiciones de sequía se prolonguen, deberán repetirse los riegos con una periodicidad semanal o quincenal, según las temperaturas. En el caso de la reposición de la vegetación mediante tepes, se puede hacer una actuación similar a la descrita, pero teniendo en cuenta que el primer riego debe realizarse en los 5 primeros días tras la plantación. En el caso de plantaciones, es importante regar durante el primer período seco después de la plantación, intentando potenciar solo las especies plantadas (riego por goteo o individualizado).

Acciones a evitar:

- Sobredimensionar el riego
- Ahorrar agua en momentos críticos (temperaturas muy elevadas)
- Generar escorrentía superficial durante el riego
- Utilizar aguas de riego con elevados contenidos de sales solubles

## 8. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

### 8.1. Preparación del terreno

En aquellas superficies de terreno a restaurar se realizará una descompactación del terreno mediante ripado o escarificado de la superficie, con maquinaria adecuada, así como el perfilado de superficies para que tanto los perfiles como las pendientes resultantes sean lo más naturalizadas y adecuadas para su posterior revegetación.

Una vez descompactado el terreno, y antes de la extensión de tierra vegetal, se realizará el paso de una oruga ligera en la dirección de la pendiente, con el fin de crear micro relieves en el suelo, perpendiculares a la dirección de la pendiente. Estos surcos ayudarán a trabar la tierra vegetal sobre el terreno.

Esta preparación del terreno se realizará en todas las superficies donde se vaya a realizar extendido de la tierra vegetal o cualquier tipo de siembra o plantación, aunque sea sin aporte de tierra, y siempre a recomendación de la Dirección Ambiental de Obra en los casos de excesiva compactación del terreno.

## 8.2. Extendido de tierra vegetal

El extendido de tierra vegetal debe realizarse sobre el terreno ya remodelado, con maquinaria que ocasione la mínima compactación. El extendido de la capa de tierra vegetal, debe efectuarse de manera que se consiga un espesor uniforme, de, al menos, 10-15 cm. Se realizará sobre el terreno seco.

Una vez extendida la capa de tierra vegetal, y antes de la siembra, se realizará el paso de una oruga ligera en la dirección de la pendiente, con el fin de crear micro relieves en el suelo, perpendiculares a la dirección de la pendiente. Estos surcos ayudarán a mantener las semillas sembradas durante las escorrentías de agua.

Se tendrá en cuenta que si la obra resulta deficitaria en tierra vegetal deberá incluirse una partida presupuestaria para el transporte de tierra vegetal desde otros puntos, para cubrir tal déficit.

En ningún caso se admitirá un espesor de tierra inferior a los 10-15 cm.

## 8.3. Recuperación de tepes

La experiencia de campañas de obra previas respecto a la recuperación de tepes es que se trata de la técnica de recuperación de la cubierta vegetal más exitosa y más adecuada ambientalmente, por lo que va a seguir siendo la técnica aplicada de manera prioritaria en toda la obra.

No obstante, su utilización requiere de ciertas condiciones como la posibilidad de acceso con maquinaria para la adecuada retirada de los tepes, espacio para la realización de los acopios temporales hasta su reimplantación, etc. que no se dan siempre. Por ello, esta técnica será sustituida por las otras previstas, a criterio de la Dirección Ambiental de la Obra.

## 8.4. Mantenimiento

Si la recuperación de tepes en las superficies a restaurar no resultara exitosa se recurrirá a la siembra o a otra técnica alternativa, a juicio de la Dirección Ambiental de la Obra, y se volverán a tratar las superficies fallidas.

## 8.5. Siembras

La experiencia de las campañas de obra previas permite concluir que la técnica de implantación de la vegetación utilizada es la siembra manual. Esta técnica permite sembrar de manera cómoda, sin necesidad de maquinaria pesada específica, las superficies desnudas generadas con las obras que, en gran parte, son superficies pequeñas y de difícil acceso.

Las siembras manuales solo requieren personal, herramienta adecuada y semilla, y el acceso al lugar de siembra se puede hacer a pie, si las condiciones para llegar con vehículo son complicadas.

La siembra manual se realizará con la misma mezcla de semillas que la hidrosiembra y la misma dosis, solo que aplicada directamente sobre el suelo repuesto o descompactado, y cubierta posteriormente con el mismo suelo mediante rastrillado superficial ligero.

### Época de siembra

Ver hidrosiembra.

### Mantenimiento

Ver hidrosiembra

## 8.6. Hidrosiembra

Esta técnica requiere de la disposición en la obra de una hidrosembradora y resulta adecuada para grandes superficies de revegetación o taludes particularmente altos. En las actuaciones previstas en el PO 2024-Amp solo cumplen estos requisitos los taludes exteriores de la balsa de L'Inllada.

A criterio de la Dirección Ambiental de la Obra la hidrosiembra de estos taludes será sustituida por la reposición de tepes o la siembra manual, atendiendo a la dificultad de acceso a estas superficies para el personal y a la dificultad de acceso de la hidrosembradora a la obra.

La técnica de hidrosiembra consiste en la proyección a gran presión sobre la superficie de terreno de una suspensión homogénea de agua y semillas, con otros aditivos como fertilizantes, mulch y estabilizadores químicos, para fijar las semillas y el mulch al terreno y evitar las pérdidas por efecto del viento, escorrentía o gravedad.

La dosis estándar a introducir en la cuba de la hidrosembradora, estimada por metro cuadrado, es la siguiente:

- 30 gr de la mezcla de semillas propuesta
- 20 g de fertilizante NPK 15-15-15, 8-15-15 o de liberación lenta
- 100 g de Mulch
- 4 g de fijador o pegamento

#### ■ 4 l agua

En zonas con mucha pendiente, será necesario aumentar la dosis de fijador y mulch, y se realizará la hidrosiembra en dos pasadas, la primera incorporando la mezcla base y la segunda de cobertura con más fijador y mulch.

Para la instalación de hidromantas se utilizará la misma metodología, pero añadiendo la hidromanta en la proporción recomendada por el fabricante en lugar del fijador.

#### **Época de siembra**

La hidrosiembra se realizará preferentemente entre los meses de mayo y octubre, ambos inclusive. En caso de ser imposible en estas fechas, la Dirección Ambiental de la obra evaluará la viabilidad fuera de esa época. En caso de que sea inviable la siembra se realizará al año siguiente.

En ningún caso se realizarán las siembras en los meses de máximo estrés hídrico (julio y agosto).

#### **Mantenimiento**

En función de la climatología, a criterio de la Dirección Ambiental de la Obra, se establecerán riegos durante los meses estivales de las superficies sembradas. Estos riegos se realizarán mediante cuba de agua, teniendo cuidado de que con la aplicación sobre las superficies sembradas no se generen erosiones, daños en las nuevas plántulas o lavado de las semillas.

A los 12 meses de la siembra se evaluará el éxito de la misma, valorándose la necesidad de resembrar aquellas zonas donde existan calvas.

## **8.7. Colocación de mantas orgánicas**

Cuando no se pueda realizar una preparación adecuada de los taludes o bien cuando exista alto riesgo de erosión y pérdida de suelo bien por las condiciones del talud, bien por la duración del periodo comprendido entre la finalización de las operaciones de preparación del terreno e implantación y arraigo de la vegetación se utilizarán medidas suplementarias de sujeción como la instalación de mantas o redes tejidas con fibras naturales o el empleo de hidromantas.

La mantas o redes de coco, se instalarán sobre la superficie del talud cubriendo con ellas el suelo y las semillas. Las redes a utilizar podrán ser de yute para sujeción de hidrosiembras en zonas menos inclinadas, o de coco para taludes de más inclinación.

La necesidad de utilizar estos métodos la determinará la Dirección Ambiental de la Obra.

## **9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Castellana Ribas, J. 2020. Proyecto de ampliación de la estación de esquí de Cerler. Dominio Castanesa. Plan de Obras 2020. Programa de Vigilancia Ambiental 2020. Proyecto de restauración paisajística y de la cubierta vegetal 2020. Folia Consultores, S.L. Inéd.

Gómez, D., G. Mateo, N. Mercadal P. Montserrat & J.A. Sesé (eds.) 2005. Atlas de la Flora de Aragón. Instituto Pirenaico de Ecología-Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón.

Villar, L., Sesé, J.A. & Fernández, J.V. 1999. Atlas Flora del Pirineo Aragonés, Volumen I. Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón. Instituto de Estudios Altoaragoneses.

Villar, L., Sesé, J.A. & Fernández, J.V. 2001. Atlas Flora del Pirineo Aragonés, Volumen II. Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón. Instituto de Estudios Altoaragoneses.