

# Restauración de zonas quemadas

Copano González de Heredia, Carlos <sup>1</sup>

## Resumen

Si bien los incendios forestales son un evento ligado al desarrollo y evolución de las masas forestales, la magnitud o la frecuencia con la que se suceden, hacen que dichos sistemas puedan ver limitado su desarrollo y que se generen procesos de degradación que repercutan en su potencialidad biológica.

La intensidad del incendio, su mayor o menor reiteración, la desaparición de la vegetación, la fragilidad del medio, el tipo de clima, las características orográficas y topográficas de la zona, etc., determinarán la rapidez y eficacia de la recuperación de las áreas quemadas.

En la presente ponencia se expone una metodología encaminada a la restauración antrópica de los espacios forestales quemados. Recuperación que tiene por objetivos frenar los procesos erosivos actuales, controlar las posibles avenidas, favorecer la regeneración natural de la cubierta vegetal y reforestar las zonas desprovistas de dicha cubierta.

## Introducción

Los incendios forestales suponen una importante alteración de los ecosistemas forestales, estando ligados a su desarrollo y contribuyendo en la configuración del paisaje, sobre todo en áreas mediterráneas. No obstante, la magnitud de algunos incendios o la frecuencia con la que se suceden, hacen que los sistemas forestales puedan ver limitado su desarrollo sostenible, al alterarse de manera irreversible los ciclos de regeneración natural, y que se originen procesos erosivos que degraden su potencialidad biológica.

Tras el incendio, el suelo denudado se hace más estéril, con pobres estructuras y bajas relaciones de almacenamiento de agua. El medio es más hostil para las plantas, la vegetación produce menos biomasa, etc. La desaparición de la cubierta vegetal ocasiona, además de pérdida de beneficios directos, la eliminación de la función protectora que ejercía, lo que supone el desencadenamiento de fenómenos torrenciales y de procesos acelerados de erosión, transporte y sedimentación.

La intensidad del incendio, la frecuencia con que se sucedan, la desaparición de la vegetación, la fragilidad del medio, el tipo de clima, las características orográficas y topográficas de la zona, entre otros factores físicos del medio, determinarán la rapidez y eficacia de la recuperación de las áreas quemadas. Si ésta no se produce de forma natural, será preciso llevarla a cabo artificialmente.

La creciente preocupación mundial por la sostenibilidad y multifuncionalidad de los recursos naturales y por la preservación del medio ambiente, conlleva el compromiso de observar los principios y criterios universales de conservación del patrimonio forestal, que asegure, ahora y en el futuro, las funciones ecológicas,

---

<sup>1</sup> Tragsatec. Área de Servicios Forestales. C/ Julián Camarillo 6B, 28037 Madrid. [cpg@tragsatec.es](mailto:cpg@tragsatec.es)

económicas y sociales de los terrenos forestales. Así queda recogido en el artículo 50, sobre restauración de los terrenos forestales incendiados, de la vigente Ley de Montes.

A continuación se presenta una metodología para restaurar los sistemas forestales incendiados, de manera que se consiga frenar los procesos erosivos actuales, controlar las posibles avenidas, favorecer la regeneración natural de la cubierta vegetal y reforestar las zonas desprovistas de vegetación. Para ello, se localizarán y planificarán diversas actuaciones de restauración, que consistirán en acciones en las cuencas vertientes (ayudas a la regeneración natural, repoblaciones forestales, apilado y eliminación de madera quemada, etc.), acciones puntuales en la red de drenaje (hidrotecnias de corrección) y en las laderas, así como en la red viaria.

## **Restauración de zonas forestales incendiadas**

A la hora de realizar la restauración de una zona forestal incendiada, lo primero que hay que determinar es la urgencia de dicha recuperación. Para ello hay que tener en cuenta la extensión de la superficie incendiada, las características de los ecosistemas afectados y el impacto socioeconómico que el incendio va a ocasionar en la comarca. No debe realizarse ninguna actuación restauradora sin un estudio completo del medio físico y socioeconómico, de sus recursos y de su evolución dinámica, y sin una planificación, en el espacio y en el tiempo, de todas las actuaciones.

Es evidente, que una primera observación de la zona quemada y de las consecuencias del incendio, permitirá ver el grado de urgencia de las actuaciones a realizar, así como los principales tipos de acciones a ejecutar. Los resultados de este análisis permitirán, pues, planificar las actuaciones, enmarcándolas en: a) actuaciones de urgencia; b) actuaciones de restauración forestal.

### ***Estudio y análisis de riesgos y actuaciones de urgencia***

Lo primero que hay que realizar es un Estudio y Análisis de Riesgos Generados, como consecuencia de los daños ocasionados y de los peligros que la deforestación producida puede generar.

La necesidad de este estudio se justifica porque la pérdida de cubierta vegetal del suelo tras el incendio puede ocasionar, sobre todo en caso de precipitaciones de importancia en los meses siguientes al incendio, problemas de fuertes crecidas en los cauces que drenan la zona, así como un incremento de los riesgos de erosión laminar y en regueros, por lo que es necesario estudiar y evaluar las posibles situaciones de riesgo, que como consecuencia de todo ello puedan presentarse, con objeto de plantear las actuaciones que eviten o aminoren dichos riesgos. El objetivo final del estudio es la definición de las actuaciones de prevención de riesgos debidos a posibles procesos erosivos y fuertes escorrentías, tras el análisis de los mismos.

El presente estudio comprende los siguientes capítulos:

#### **Estudio de hidráulica torrencial**

A partir de la pertinente recopilación de datos referentes al relieve, clima, suelo y estado de la cubierta vegetal se procede al estudio del comportamiento torrencial de la zona incendiada, realizando un análisis comparativo de dicho comportamiento antes y después del incendio, teniendo en cuenta los cambios acaecidos en el

complejo hidrológico suelo-vegetación de la zona incendiada y por lo tanto en su capacidad de producir escorrentía directa para un aguacero dado, así como en su erosionabilidad.

Para ello se contemplan los siguientes aspectos: 1. cálculo de caudales líquidos, determinando los caudales máximos de avenida para diferentes secciones de la red de drenaje; 2. cuantificación de la erosión laminar y en regueros, valorándose a partir del modelo RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation), identificándose mediante trabajo de campo y fotointerpretación, las áreas con mayores procesos erosivos; 3. emisión de sedimentos y caudales sólidos, determinando la emisión de los sedimentos aportados por una tormenta, procedentes de la erosión anteriormente calculada, estimándose mediante la aplicación del modelo MUSLE (Modified Universal Soil Loss Equation), para diferentes períodos de retorno y en las secciones anteriormente determinadas. Este cálculo permite conocer en cada caso la densidad de la corriente debida exclusivamente al transporte de este tipo de materiales. A partir de los resultados anteriores se estima el caudal sólido transportado por la corriente de agua, en las diferentes secciones de la red de drenaje y para distintos períodos de recurrencia.

### **Análisis de riesgos hidrológicos y riesgos debidos a la erosión**

El análisis de riesgos de tipo hidrológico se realiza con el fin de identificar puntos críticos desde el punto de vista de que la generación de caudales líquidos y sólidos puedan afectar a bienes e infraestructuras (viarias, hidráulicas, ...). El análisis de riesgos se debe extender fuera del perímetro del incendio, en función del riesgo generado en superficies dominadas por la zona quemada.

El análisis de riesgos debidos a la erosión, detecta las zonas más vulnerables a sufrir un incremento de procesos erosivos como consecuencia del paso del incendio.

De acuerdo con los resultados de estos análisis, y de la fotointerpretación y reconocimiento de campo se elabora una zonificación del terreno en función de las distintas categorías y tipos de riesgo.

### **Propuesta de actuaciones urgentes de prevención de riesgos hidrológicos y debidos a la erosión**

A la vista del análisis de riesgos efectuado, se realiza la propuesta de actuaciones urgentes para prevenir los efectos inmediatos de los procesos erosivos y de fuertes escorrentías que, en mayor o menor grado, son característicos tras la desaparición de la protección que otorgaba la cubierta vegetal. Dicha propuesta incluye actuaciones de los siguientes tipos:

- Indicar el riesgo existente en las zonas críticas (con grave riesgo de sufrir daños por avenidas e inundaciones) que se hayan identificado, mediante la adecuada señalización, bandos municipales, etc.
- Cuando las previsiones meteorológicas avancen posibles precipitaciones de fuerte intensidad en la zona, deberá advertirse la posibilidad de daños por inundaciones en dichas zonas críticas a través de los medios de comunicación locales.
- Proceder a la limpieza de los cauces en las zonas críticas, eliminando el exceso de vegetación, restos y sedimentos en los cauces.
- Adecuar los pasos de agua en las pistas forestales que recorren la zona incendiada: limpiar sedimentos y restos acumulados, reparar los desperfectos

y repasar o despejar las cunetas.

- Realización en todas aquellas zonas en las que, por pendiente y demás condicionantes del medio, sea mayor el riesgo de erosión, de fajinadas o acordonamientos realizados con material procedente de los pies quemados (troncos de pequeño diámetro y ramaje), tanto para retener el suelo como para poner obstáculos a la circulación de la escorrentía en las laderas e impedir la formación de regueros y cárcavas incipientes.
- Construcción de albarradas y pequeñas estructuras transversales de corrección en vaguadas y torrenteras, que a la vez que retienen materiales, suponen puntos fijos que ralentizan la excavación producida por la corriente en la red de drenaje.
- Actuaciones específicas en puntos críticos con riesgo elevado de tipo hidrológico, como mejora de las secciones de desagüe, construcción de obras transversales en los cauces, etc.
- Recomendaciones para aminorar los efectos que sobre las zonas más sensibles a la erosión pueden producir las labores de saca de la madera, en cuanto a apertura de vías para la saca, limitaciones al tránsito de maquinaria, procedimientos especiales en caso de zonas especialmente sensibles, etc. Estas recomendaciones se determinarán en cada caso, en base a la zonificación de riesgos obtenida en el análisis correspondiente.

### **Restauración forestal**

Las actuaciones de urgencia que se acaban de indicar, no conducen por si solas a la recuperación de la zona incendiada, sino que sirven para paliar los efectos negativos (hidrológicos y erosivos) que se generan tras el incendio.

Para lograr la restauración completa de los sistemas forestales incendiados, es fundamental la realización de un proyecto para la restauración de la cubierta vegetal en la zona quemada, ya sea implantando directamente la vegetación más adecuada en cada caso, o bien ayudando al desarrollo de la regeneración natural que espontáneamente vaya surgiendo. El orden de prioridad para la ejecución de estas tareas de restauración deberá basarse en la zonificación efectuada en el estudio y análisis de riesgos realizado anteriormente. Dicha zonificación marcará igualmente la elección de los métodos de restauración más adecuados en cada caso, incluyendo elección de especies, métodos de preparación y mejora del suelo, métodos de implantación de la vegetación, tratamientos selvícolas de ayuda a la regeneración, mecanización, tratamientos selvícolas tras la implantación de la nueva vegetación, tratamiento de restos y actuaciones auxiliares (pistas de acceso, medidas preventivas contra incendios, obras de corrección hidrológica, etc.). Este proyecto debe realizarse una vez transcurrido un cierto tiempo (variable en cada caso) desde el incendio, para poder tener una perspectiva espacial y temporal de la evolución de las masas forestales que había antes de ser afectadas por el fuego.

Las principales actuaciones a realizar dentro de ese proyecto de restauración, se resumen a continuación.

### **Inventario de regeneración**

Uno de los objetivos principales del proyecto debe consistir en analizar el estado en el que se hallan la zona de estudio tras el incendio, transcurrido un cierto tiempo (diferente en cada caso) desde que aquél tuvo lugar. Es decir, en qué estado de

regeneración se encuentran esas superficies, para después decidir y proyectar las actuaciones que sean pertinentes, con el fin de favorecer la restauración de dichas zonas de cara a minorar los procesos de degradación.

Para ello será necesario distinguir distintas unidades homogéneas de regeneración, caracterizadas por un determinado tipo de regenerado, en las que posteriormente y teniendo en cuenta otros factores (suelos, pendientes, insolación, humedad disponible), se desarrollen las actuaciones convenientes.

La definición de las unidades homogéneas se basa en los resultados obtenidos de la realización de un Inventario de regeneración. La elaboración de este inventario se fundamenta en un reconocimiento y observación directa en campo, de los cuales resultan los diferentes tipos de regeneración. A la vista de los resultados de ese inventario se efectúa una clasificación en los tipos de regeneración que a continuación se definen:

- Tipo de regeneración 1-1: Regeneración escasa y matorral claro.
- Tipo de regeneración 1-2: Regeneración escasa y matorral denso.
- Tipo de regeneración 2-1: Regeneración moderada y matorral claro.
- Tipo de regeneración 2-2: Regeneración moderada y matorral denso.
- Tipo de regeneración 3-1: Regeneración abundante y matorral claro.
- Tipo de regeneración 3-2: Regeneración abundante y matorral denso.

A estos tipos se les debe añadir un subíndice “N” para indicar la presencia de pies mayores vivos y/o un superíndice “P” para indicar la presencia de determinada especie que pueda ser interesante diferenciar a la hora de definir las actuaciones.

La definición de los tipos de regeneración se realiza en función del estado de desarrollo de la regeneración y de la densidad del matorral instalado tras el incendio. El criterio utilizado para la diferenciación de los tipos según estas dos variables dependerá de cada caso concreto. A modo de ejemplo se pueden indicar los siguientes intervalos:

- Regeneración:
  - Escasa: Cuando la densidad de regeneración es inferior a 625 pies/ha (equivalente a un marco de 4x4).
  - Moderada: Cuando la densidad de regeneración oscila entre 625 y 1.600 pies/ha (marco equivalente de 2,5x2,5).
  - Abundante: Cuando la densidad de regeneración es superior a 1.600 pies/ha.
- Matorral:
  - Claro: Cuando la fracción de cabida cubierta es inferior al 40 por ciento.
  - Denso: Cuando la fracción de cabida cubierta es igual o superior al 40 por ciento.

Es importante señalar que en la valoración del matorral no se tiene en cuenta la vegetación herbácea, ni las plantas anuales ni las matas herbáceas vivaces, tan sólo se contabiliza el matorral leñoso. No obstante, en aquellas zonas en las que estas matas

herbáceas sean de buen porte y con importancia a la hora de la sujeción y protección del suelo, se debe hacer mención a esta circunstancia con el fin de tenerlo en cuenta para el posterior diseño de actuaciones.

Una vez definidos los tipos de regeneración, se procede a su muestreo mediante el establecimiento de parcelas. Un diseño que se considera idóneo consiste en medir parcelas circulares de diez (10) metros de diámetro, en las que se analizan los siguientes parámetros:

- Pendiente, en por ciento.
- Orientación: N, NE, E, SE, S, SW, W o NW.
- Cubierta en contacto con el suelo, en por ciento: se define según sea G (cubierta en contacto con el suelo formada por pastizal y/o cubierta de restos vegetales de al menos 5 cm de cubierta) o W (cubierta en contacto con el suelo formada por plantas herbáceas con restos vegetales sin descomponer y/o cubierta de restos vegetales menor de 5 cm).
- Tipo de regeneración: según los tipos predefinidos.
- Regenerado arbóreo: especie, categoría y, en el caso de la existencia de pies mayores vivos, número de pies, altura media y diámetro medio de los pies.
- Matorral y matas herbáceas: especie, fracción de cabida cubierta y altura media de cada especie.
- Pies mayores: especie, número, diámetro medio y altura media. En este caso la dimensión de la parcela se amplía a dieciséis (16) metros de diámetro.
- Observaciones.

El muestreo del regenerado arbóreo se realiza a través del establecimiento de categorías. En concreto se definen cuatro categorías según la altura (h) y el diámetro normal ( $\phi_n$ ):

1.  $h < 30$  cm
2.  $30 < h < 130$  cm
3.  $h > 130$  cm;  $\phi_n < 2,5$  cm
4.  $h > 130$  cm;  $2,5 < \phi_n < 7,5$  cm

Para estimar la densidad del regenerado en las categorías 1, 2 y 3 se utiliza un baremo idéntico al seguido para la realización del Inventario Forestal Nacional según el número de pies presentes en la parcela. El baremo es el siguiente:

- Escaso: 0 a 4 pies.
- Normal: 5 a 15 pies.
- Abundante: + 15 pies.

Este baremo es el que se utiliza para la definición de las densidades que determinan los tipos de regeneración definidos con anterioridad. En la categoría 4 se debe efectuar un muestreo más preciso, determinando el número de pies, su altura media y su diámetro medio.

La información de cada parcela se recoge en una Ficha de muestreo para inventario de regeneración, ficha que se debe diseñar expresamente según los objetivos de cada proyecto.

Se recuerda que este modelo de inventario de regeneración es un ejemplo, que se ha utilizado en un proyecto en concreto, pero que para otros proyectos podrá servir o no, debiendo adaptarse a las circunstancias particulares de caso.

### **Actuaciones de restauración**

Una vez realizado un exhaustivo estudio del medio natural y socioeconómico de la zona objeto del proyecto, junto con la elaboración del inventario de regeneración que se acaba de comentar, se está en posesión del grado de conocimiento requerido para determinar las necesidades y capacidades de las zonas incendiadas, y por tanto, para la toma de decisiones de cara a definir las correspondientes actuaciones de restauración.

En consecuencia, se diferencian, según factores físicos y biológicos, una serie de unidades de actuación en las que se efectuarán distintas operaciones. Así, se tendrán zonas que no poseen apenas regenerado mientras que otras presentan una buena regeneración, incluso pudiendo llegar a ser excesiva en algunos rodales. En consecuencia las actuaciones a realizar serán diametralmente opuestas: se procederá a reforestar o completar espesura en las zonas donde el regenerado no tiene la abundancia suficiente, mientras que en los rodales con una densidad elevada, que puede resultar perjudicial por competencia, se llevará a cabo una selvicultura que elimine los pies sobrantes.

A la vista de todo lo anteriormente dicho y basándose en el inventario de regeneración realizado, se consideran los siguientes tipos de actuaciones:

❖ Actuación intensa.

Corresponde con las zonas de tipo de regeneración 1-2, es decir con aquellas zonas de regeneración escasa y matorral claro.

Debido al pobre regenerado existente se procederá a la reforestación completando espesura. Con esta actuación se pretende la recuperación de la vegetación favoreciendo el desarrollo del arbolado previamente existente y que está ausente actualmente.

❖ Actuación moderada favoreciendo el arbolado.

Se identifica con las zonas de tipo de regeneración 2-2, zonas con regeneración moderada y matorral denso.

La regeneración en estas áreas es medianamente buena con lo que la actuación que se debe llevar a cabo va a ser moderada. Por su parte, el matorral es denso con lo que se considera más apropiado favorecer el arbolado que el matorral; en definitiva se va a densificar la espesura.

❖ Actuación moderada favoreciendo el matorral.

Se trata de una actuación muy similar a la anterior, correspondiéndose con las áreas de tipo de regeneración 2-1, regeneración moderada con matorral claro. La única diferencia con la actuación anterior estriba en que al presentar una densidad de matorral menor se va procurar favorecer el matorral frente al arbolado, alterando ligeramente las proporciones entre matorral y arbolado.

❖ Actuación ligera.

Se corresponde con zonas de regeneración 3-1 y 3-2, es decir, las zonas con regeneración abundante.

La actuación que se debe poner en práctica es mínima debido a que la regeneración es buena y abundante. No resulta necesario incrementar la densidad por lo que no se introducirá nueva vegetación. Sin embargo si existiesen algunos rodales en los que el regenerado es excesivo, lo que supondría una competencia tal que si no se actuase sobre ellos los pies pertenecientes a esos rodales crecerían débiles pudiendo llegar incluso a morir, se procederá a efectuar clareos en dicho rodales. Así mismo, se deberán podar los pies restantes del rodal hasta una altura máxima de 2 m para darles mayor vigor.

En principio, se actuará cortando los pies mal conformados y dominados, en los grupos de regeneración de excesiva densidad, tratando de favorecer los pies que han de perdurar de modo que no se malgasten nutrientes y agua en una competencia que de forma natural llevará a la muerte de los pies afectados por el clareo. Los pies extraídos no tendrán aprovechamiento forestal. En estos rodales densos habrá que efectuar un clareo de tal modo que los pies queden con una separación de un (1) m.

❖ Actuación en barrancos.

Este tipo de actuación se va a desarrollar en los barrancos y vaguadas de la zona incendiada. En estos parajes, su configuración topográfica da lugar a la acumulación de escorrentía, por lo que las especies que viven y/o que pueden introducirse en los mismos son más higrófilas que en las posiciones de ladera o llanura. En consecuencia, en estos barrancos se va a proceder a la plantación con especies más adaptadas a esta situación, con lo que se incrementará la diversidad, con el consiguiente efecto positivo en el paisaje y en el ecosistema. En lo que se refiere a los incendios forestales, la presencia de esta vegetación constituirá una barrera frente al paso del fuego.

❖ Actuación sobre quercíneas.

Cuando exista la presencia de pies de quercíneas, las cuales habrá que intentar mantener y conservar, salvo que su grado de afección por el fuego impida su viabilidad, se deberá proceder a la ejecución del resalveo, los cuales seguirán, siempre que sea posible, los siguientes criterios:

- Eliminar uno (1) de cada tres (3) a cinco (5) pies de la cepa.
- No suprimir todos los brotes de la cepa. Dejar siempre un (1) pie, mejor dos (2) ó tres (3).
- Dejar los pies lo más equidistantes posible y formando un ángulo de 120°.
- Conservar los pies de más copa, más exteriores y de mayor grosor para que con el tiempo se independicen las cepas.
- Podar las ramas de los pies que permanecen bajo el perímetro máximo de copa.
- Realizar antes o recién iniciado el periodo vegetativo.
- Ejecución manual con motosierra.



❖ Actuación de defensa contra plagas y enfermedades.

Uno de los problemas que se presenta tras un incendio forestal, es el incremento de riesgo de plagas y enfermedades. Esto se debe a que las plantas afectadas presentan una menor vitalidad y, por consiguiente, una menor resistencia frente a agentes patógenos.

Para lograr que la masa en restauración no se vea afectada por dichos agentes nocivos, se deberán realizar, de manera fundamental, las actuaciones siguientes:

- Eliminación de la masa vegetal muerta, es decir, de la biomasa quemada por el incendio. Esta labor se debe realizar para evitar que sirvan de foco en la propagación de plagas que aniden en la madera muerta.
- Realización de tratamientos selvícolas de policía, entendiéndose como tales aquellos encaminados a la eliminación de los pies vivos pero debilitados por el fuego y que puedan sufrir fácilmente ataques de plagas o enfermedades.
- Colocación de árboles cepo. De los pies a eliminar, se dejarán varias fustes troceados y colocados estratégicamente por la superficie afectada, a fin de conseguir que sean cepos para el ataque de las posibles plagas; estos árboles cepo se eliminarán en el momento adecuado a fin de evitar la propagación de dichas plagas.

Es evidente, que parte de las actuaciones que se hayan realizado ya, servirán de manera complementaria como labores de defensa de la masa, sobre todo al conseguir recuperar la vitalidad de las formaciones vegetales y, por ende, aumentando su resistencia frente a enfermedades y plagas.

❖ Actuación en las infraestructuras viarias.

Para completar la restauración integral de la zona incendiada, se van a realizar una serie de actuaciones sobre las infraestructuras de la red viaria. Las cuales consistirán, principalmente en:

- Arreglo de las pistas que se hayan visto dañadas por el paso de la maquinaria durante las labores de extinción.
- Completar las labores de limpieza de pasos de agua y de cunetas en aquellos tramos que no se hayan arreglado durante las actuaciones de urgencia.
- Construcción de albarradas en los barrancos transversales a las pistas, de manera que se minoricen los efectos de los caudales líquidos y sólidos aportados por las laderas.

En definitiva se trata de un complejo y diversificado abanico de actuaciones que van a restaurar y acondicionar las áreas perturbadas por el fuego con el fin de su total recuperación.

Por último, se adjuntan una serie de recomendaciones de cara a la realización de las principales fases del programa de repoblación.

Al tratarse de repoblaciones protectoras del suelo, las técnicas de preparación deben ir encaminadas a facilitar el arraigo de las especies, pero alterando al mínimo los perfiles y estructura del suelo y evitando formar cauces para evitar que el agua escurra con rapidez empeorando la situación.

La apertura de hoyos se realizará de manera mecánica mediante tractor de orugas hasta pendientes del 30por ciento, puesto que puede circular sin volcar siguiendo las curvas de nivel, siempre que no existan piedras a la profundidad en que se trabaja ni los suelos sean excesivamente arcillosos. Si la pendiente está entre el 30-50por ciento la mecanización empieza a complicarse y se realizará ahoyado manual cuando los problemas de erosión o daños a la vegetación preexistente desaconsejen la introducción de la maquinaria de alta estabilidad como la retroaraña o el T.A.E (tractor de alta estabilidad que permite realizar caballones y subsolados simultáneamente, llevando las ruedas a diferente altura). A partir del 50por ciento de pendiente, la preparación del terreno se hará de modo manual.

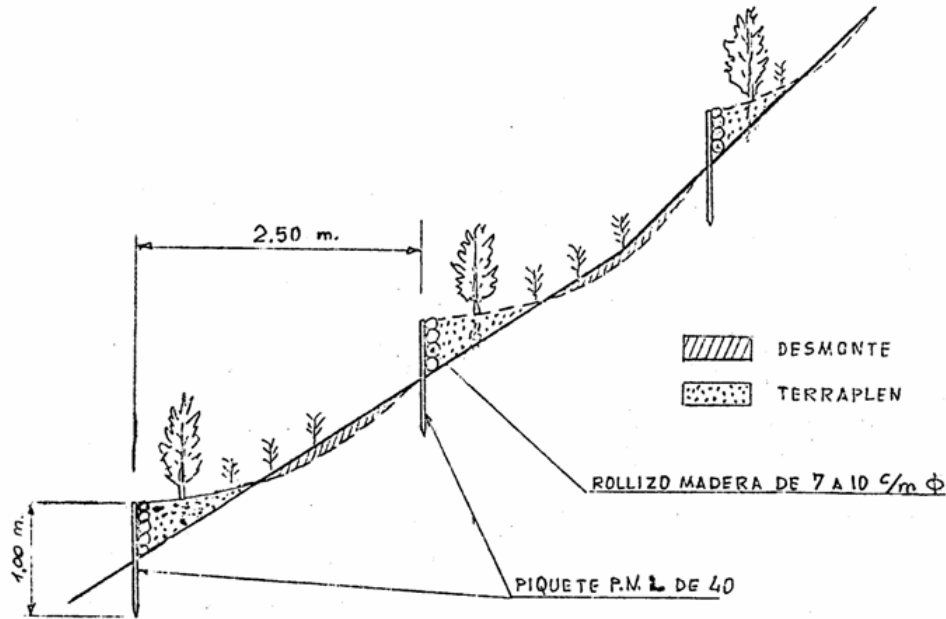
En cuanto a los hoyos, las dimensiones serán de 40x40x40 y siempre que se pueda, la distribución se realizará al tresbolillo de forma que el agua que escurra siempre sea recogida en algún hoyo.

Así mismo, se tratarán de evitarán en la medida de lo posible las plantaciones monoespecíficas.

A partir del 50por ciento de pendiente, en aquellas zonas donde la intensidad de los procesos erosivos existentes y las altas pendientes presentes, aconsejan realizar las labores de reforestación mediante unos procedimientos más adecuados a dichas circunstancias, se plantea la plantación en fajinadas. Esta técnica consiste en la elaboración de un entramado de rollizos de madera, horizontales y de piquetas verticales de acero, fijado sobre el terreno y sobre el cual se efectúa un relleno con tierra, plantándose en dicho relleno las especies vegetales a implantar. Con ello se evita la formación de cárcavas y barrancos y se protege el terreno frente a la erosión superficial, ya que con su instalación, se reduce la longitud efectiva de la pendiente al quedar dividida en tramos más cortos por las sucesivas fajinadas, lo que disipa la energía erosiva del agua. Complementariamente, crean un microclima más favorable para la colonización y el desarrollo de la vegetación.

Las dimensiones y disposición de las fajinadas será la adecuada en función de las características del terreno y de la pendiente de la superficie a tratar. En este caso se han considerado fajinadas de cuatro (4) metros de largo dispuestas de tal forma que se solapan unas a otras para cortar el recorrido del agua en su recorrido por la ladera, por tanto la separación entre fajinadas de la misma fila es de tres (3) metros y entre filas de dos metros y medio (2,5).

A continuación se recoge un croquis tipo de la disposición de las fajinadas (*fig.1*).



**Figura 1**—Esquema de una fajnada tipo

En las cárcavas incipientes de menor tamaño se colocarán albarradas vegetales realizadas a base de restos vegetales de la zona, mediante un entramado de rollizos de madera horizontales y verticales que se fijará al terreno. Se completará la actuación con el relleno parcial de tierra para la posterior implantación de la vegetación. Para evitar que los aportes de material procedentes de las partes más altas terminen por enterrar la vegetación implantada en la albarrada se utilizarán plantas que presenten un cierto grado de desarrollo (2 savías).

En los reguerillos que se forman entre cárcavas, aprovechando que en estas zonas hay más suelo, se puede plantar mediante banquetas. Esta técnica suele utilizarse en terrenos con cierta pendiente y consiste en la plantación mediante pequeñas terrazas sobre las que se plantan. En el caso de que en la zona existan acarros de piedras se pueden aprovechar colocándolos un poco alrededor de las banquetas. Finalmente, en aquellas zonas en donde los acarvamientos están muy avanzados se introducirán en las cárcavas más abiertas obras transversales de corrección (albarradas).

Por lo que respecta a la densidad de plantación, aún partiendo de la base de que el objetivo preferente de la repoblación es su carácter protector del suelo se optarán por densidades medias que mantengan al mínimo las necesidades de claras futuras, frente a densidades elevadas que obtengan lo antes posible el cierre de copas, salvo en el caso de repoblaciones de cabecera de cuenca, donde la importancia del objetivo de protección justifica la adopción de densidades elevadas.

Por otra parte las densidades abiertas facilitan la formación de un subpiso de vegetación que en muchos casos no constituye una competencia preocupante y que sin embargo contribuye a la protección del suelo.

En lo referente a la protección frente a la afección por el ganado u otro tipo de animales, habrá que tener en cuenta los tipos de animales que inciden sobre las plantaciones. En función de su tipología se deberán disponer protecciones tales como tubos protectores, vallado ganadero, valla cinegética, etc.

En las laderas erosionadas y con fuertes pendientes se colocará una manta orgánica a modo de malla, de forma que quede protegida toda la superficie frente a los procesos erosivos durante el tiempo que tarda en instalarse la vegetación. Además, dicha manta va a facilitar el arraigo y desarrollo de la vegetación. Para fuertes pendientes se aconseja una manta de fibra de esparto de dos (2) metros de ancho y sesenta (60) de longitud, que irá fijada al terreno con grapas de acero corrugado de dimensiones 15x8x15 y dieciséis (16) milímetros de diámetro. Bajo la manta se realizará una hidrosiembra con mezcla de herbáceas y leñosas.

Los componentes de la suspensión de la hidrosiembra serán agua, semillas, mulch y estabilizador. El mulch consiste en materiales orgánicos desmenuzados, que se utilizan fundamentalmente para proteger la superficie del talud frente a la erosión hídrica y eólica, aunque también mejoran el microclima de la superficie del terreno y lo hacen más favorable para las plantas y, evitan que sean arrastradas pendiente abajo. El estabilizador, tiene como función fijar las semillas y el mulch al terreno. La dosis recomendada de aplicación suele ser de 3 l/m<sup>2</sup>, no obstante, las características propias de cada zona serán las que determinen la dosis adecuada, así como la composición de la mezcla de semillas.

Para terminar con las presentes recomendaciones, hay que señalar que todas las actuaciones selvícolas deben realizarse compatibilizándolas con una planificación de silvicultura preventiva (creación de áreas cortafuegos, distribución espacial de los combustibles, red de cortafuegos, etc.), de manera que las masas, bien regeneradas, bien reinstauradas, tengan una mayor capacidad de autodefensa frente a futuros incendios.

Con todo lo expuesto en la presente ponencia, se ha querido dar una pequeña guía sobre una metodología para la restauración de una masa forestal arbolada quemada. En todo caso, serán las condiciones propias de cada caso y la experiencia del técnico que realice la restauración de la zona, lo que determine el procedimiento más adecuado para llevar a cabo dicha restauración.

## Referencias bibliográficas

- García Alonso, M<sup>a</sup> Teresa; Copano González de Heredia, Carlos. 2002. **Restauración hidrológico-forestal para el control de la erosión de la zona afectada por el incendio de julio de 1994 en la comarca de “Els Ports” (Castellón)**
- Gómez Mampaso, V. 2000. **Incendios Forestales. Ingeniería preventiva**. En: V Congreso Nacional del Medio Ambiente. Madrid, noviembre-diciembre 2000.
- Díaz Romero, Mafalda; Copano González de Heredia, Carlos. 2001. **Proyecto de Demostración de Lucha contra la Desertificación. Regeneración y Plan de Manejo de Áreas Semáridas Incendiadas en la sierra de Ricote (Murcia)**.
- Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha-TRAGSATEC. 2005. **Plan de actuaciones urgentes en la zona afectada por el incendio forestal de Riba de Saelices de los días 16 al 22 de julio de 2005, provincia de Guadalajara. Estudio y análisis de riesgos hidrológicos y erosivos. Propuesta de actuaciones urgentes de prevención**.
- Montero de Burgos, J.L. 1987. **La regresión vegetal y la restauración forestal**. Boletín de la

Estación Central de Ecología, vol. 16, nº 31. ICONA - MAPA. Madrid.

Montero de Burgos, J.L. 1990. **Evolución vegetal. Óptimo natural y óptimo forestal.** Rev. Ecología. Fuera de Serie nº 1. ICONA. Madrid.

Recuero, A. 1994. **Efectos ecológicos tras los incendios forestales.** En: revista del MOPTA nº 424. Páginas 4-10. Madrid.

Serrada, R. 1993. **Apuntes de Repoblaciones Forestales.** Fundación Conde del Valle de Salazar. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal. Madrid.

TRAGSA; TRAGSATEC. 1994. **Restauración Hidrológico Forestal de Cuencas y Control de la Erosión.** 2ª edición revisada y ampliada. Mundi-Prensa Libros. Madrid.

UPM; CEOTMA; INIA; ICONA. 1981. **Tratado del Medio Natural.** Gráficas Pablo Lo. Madrid.

Vélez Muñoz, Ricardo. 1990. **Selvicultura preventiva.** Rev. Ecología. Fuera de Serie nº 1. ICONA.