

# **MASTER EN BIODIVERSIDAD DE ÁREAS**

## **TROPICALES Y SU CONSERVACIÓN**

### **MÓDULO DE BIOREMEDIACIÓN Y RESTAURACIÓN ECOLÓGICA**

**Restauración de un pinar artificial hacia un bosque mediterráneo tras un incendio en la Serra de Rubió (Catalunya, España)**

**Restoration of an artificial Pinewood following fire towards the original Mediterranean woodland in Serra de Rubió (Catalonia, Spain)**

Arturo Baile Zapatero<sup>1</sup>, Robin Corrià Ainslie<sup>2</sup>, Octavio Jiménez Robles<sup>3</sup>

<sup>1</sup>arturobaile@hotmail.com, <sup>2</sup>rcorria@hotmail.com, <sup>3</sup>octavio.jimenez.robles@gmail.com

#### **Resumen ejecutivo:**

Los incendios forestales son una de las perturbaciones que más afectan a los bosques de la cuenca mediterránea. Por ello el bosque autóctono, formado por *Quercus ilex* y otras leñosas de hoja esclerófila, tiene buena capacidad de regeneración tras los incendios. Sin embargo, este bosque autóctono ha sido sustituido por pinares en amplias extensiones de la cuenca mediterránea. Estas reforestaciones padecen incendios más frecuentes e intensos debido al carácter pirófito de estas resinosas.

Mediante nuestra propuesta pretendemos dar algunas pautas, para restaurar la vegetación autóctona y su capital natural a partir de pinares incendiados, así como mejorar la valoración del ecosistema esclerófilo mediterráneo por la población local y visitante.

En el verano de 2008 un incendio forestal afectó 103 ha de pinar reforestado en la Serra de Rubió. La zona quemada se encuentra en una ladera de solana con fuerte pendiente, por lo que presenta un gran riesgo de erosión y pérdida irreversible del suelo.

La duración del proyecto son 30 años en los que al principio se harían actuaciones directas apoyando los procesos naturales, combinadas con un seguimiento a largo plazo. Entre las acciones se llevarían a cabo medidas de protección del suelo, introducción de plantas autóctonas y control de las especies favorecidas tras el incendio. Además se fomentaría la apicultura así como el uso silvopastoral en la zona más baja y cercana a las poblaciones, actuando como franja de amortiguamiento. También se propone un sendero interpretativo para realizar educación ambiental en la región.

Con este plan de restauración, además de conseguir un bosque más complejo y diverso en especies autóctonas, lograremos un sistema con más capacidad de regeneración frente a nuevos incendios y que brinde muchos más servicios ambientales a la población.

Esta experiencia puede servir como proyecto piloto aplicable a otras de las muchas zonas de pinar reforestado que se incendian cada año en la cuenca mediterránea.

**Palabras clave:** Restauración, Encinar, Incendio, Pinar de reforestación, Reintegración socioeconómica.

### **Executive summary**

Mixed oak woodlands of the Mediterranean Basin have been artificially replaced by pine-dominated woodlands in large areas of Spain and elsewhere. These nearly monospecific plantings suffer more frequent and intense fires than the mixed oak-conifer natural forests. They also support far less biodiversity, and provide far fewer environmental services.

In the proposed 30-year project, we develop guidelines not only to restore the native woodland vegetation from burnt pinewoods, but also to improve the socio-economic integration of the sclerophyllous Mediterranean woodland in terms of the local populations and visitors. As a case study, we consider a reforested pinewood in the Serra de Rubió (NE Spain) that burned during the summer of 2008.

Active restoration interventions should include measures of soil protection, introductions of native plants and control of aggressive species favored after fire. In addition, apiculture should be encouraged as well as silvopastoralism in the lower zone of the project area, to act as a buffer zone between the area undergoing autogenic restoration upslope and the inhabited

area further downslope. Furthermore an interpretative path will be constructed in order to promote environmental awareness among the local population. Long-term monitoring will be conducted as lessons learned from this pilot project should be applicable to many other areas with reforested pine forest.

**Keywords:** Restoration, Holm-oak forest, Fire, Pinewood plantation, socio-economical re-integration.

### **Justificación:**

Los incendios forestales son una de las perturbaciones que más alteran a los bosques mediterráneos. Los incendios son de gran frecuencia en todo el territorio peninsular y pueden afectar áreas muy grandes (hasta decenas de miles de ha), debido a las características en composición y estructura de estos bosques y a la acusada sequía estival,. Históricamente los incendios se debían a causas naturales aunque últimamente la fuente principal es el hombre.

Entre los problemas asociados a los incendios forestales los ecosistemas mediterráneos destacan:

#### Pérdida de biodiversidad

#### Pérdida de servicios ecosistémicos.

**Protección del suelo:** evitando impacto directo de la lluvia y el sol, así como erosión y arrastre por escorrentía.

**Regulación hídrica:** La vegetación disminuye los efectos erosivos de la escorrentía superficial al frenarla y aumentar la infiltración.

**Interacciones planta-animal:** Polinizadores y dispersores.

En consecuencia, la regeneración del bosque mediterráneo tras un incendio es un proceso de gran importancia que en algunas ocasiones debe ser facilitada para regresar a un encinar maduro rico en especies acompañantes, antes de que se termine de degradar de forma irreversible. Por consiguiente es necesario y urgente un plan de restauración activa en la mayoría de los casos.

### **Descripción histórica del territorio:**

Los ecosistemas mediterráneos siempre han sido sometidos a perturbaciones naturales tales como incendios, sequias, lluvias torrenciales... Así, podemos explicar su elevada diversidad mediante la teoría de la perturbación intermedia. Además la ocupación humana en la península ibérica se remonta a antes del Neolítico y empezó a ser muy intensa hace alrededor de 2000 años con la invasión romana. De hecho Plinio el Viejo escribió en el siglo I que una ardilla podía cruzar la Península Ibérica saltando de árbol en árbol, lo que sugiere que estaba extensamente cubierta por bosques. Debido a esta larga historia de ocupación y uso intenso del territorio resulta difícil imaginarse la estructura y composición de un bosque de referencia sin cierta interferencia humana.

Para la búsqueda de un ecosistema de referencia en la región del estudio, nos fijaremos en zonas de bosque que se encuentren bien conservadas en las que las actividades humanas no hayan sido demasiado intensas en los últimos dos siglos y en las que haya disminuido la frecuencia de alteraciones en las últimas décadas.

Para este proyecto proponemos la restauración de un encinar mediterráneo a partir de un pinar quemado en la Serra de Rubió en Cataluña Central. Como ecosistemas de referencia podríamos usar los bosques de la Serra de Miralles (Espai d'Interès Natural), y la Serra de Montserrat (Parque Natural).

En la figura 1 se muestra la degradación y transformación del encinar, así como las actividades humanas y procesos ecológicos que las han dirigido.

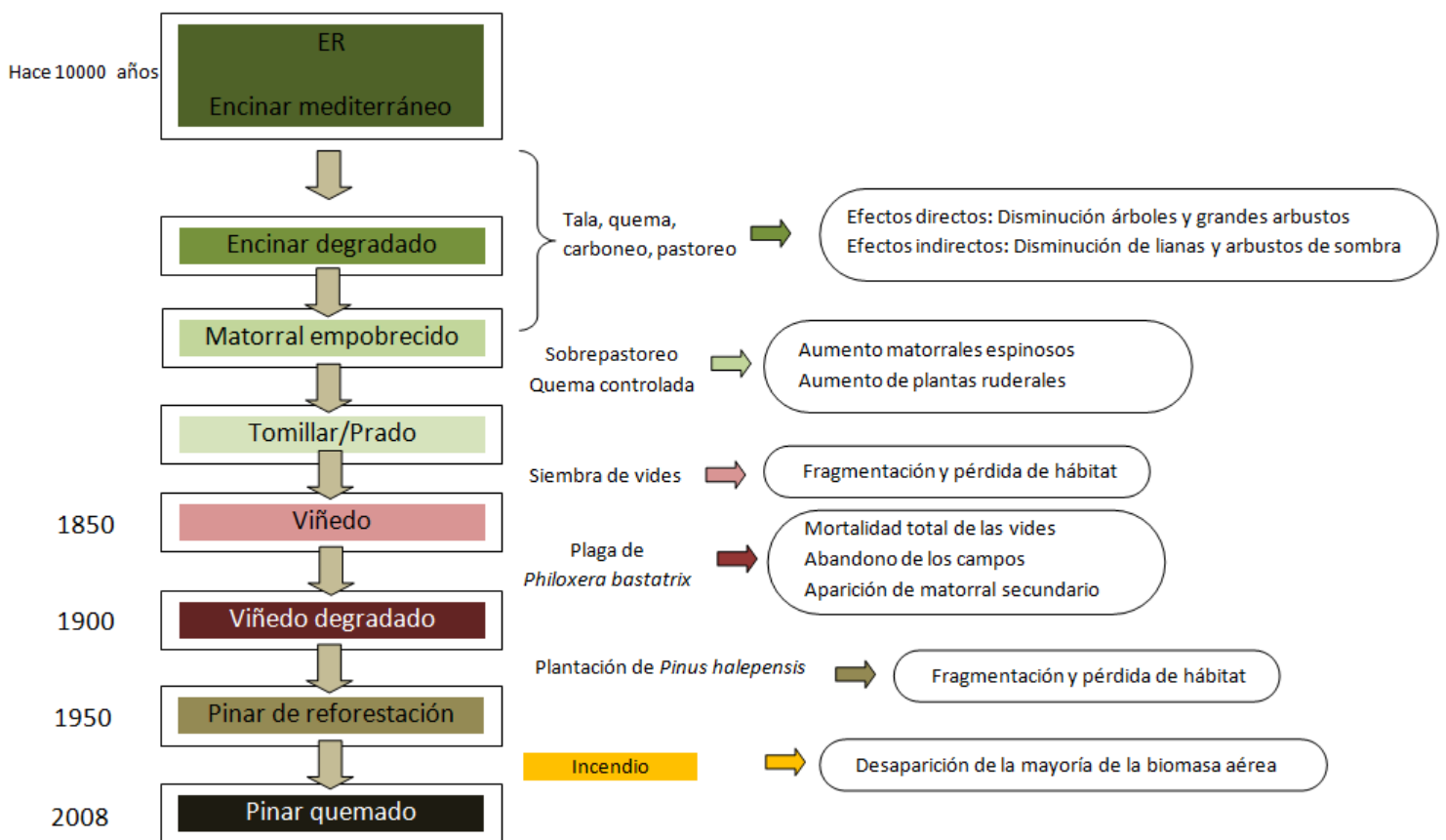


Figura 1. Esquema de estados y transiciones.

### Integración espacial y temporal

La zona a intervenir cuenta con unas 103 ha en Cataluña central, en la Serra del Rubió (de naturaleza calcárea), en una ladera de orientación sur (solana) y entre 25º y 30º de inclinación de la pendiente, de 600 a 400 msnm.

Se pretende restaurar el bosque autóctono mediterráneo en un periodo de 30 años.

### Propuesta de intervención

El objetivo principal del trabajo consiste en restaurar un bosque autóctono mediterráneo de encinar con todas las especies de matorral acompañantes y sus servicios ecosistémicos a partir de un pinar quemado. También se pretende reintegrar el ecosistema en el paisaje y conseguir un bosque más resiliente a nuevas perturbaciones, con más capacidad de regeneración natural

tras un incendio. Además se persigue la reintegración económica mediante la apicultura, el silvopastoreo y la educación ambiental.

Saneamiento:

- Retirada de árboles moribundos

Rehabilitación y Restauración:

- Tala parcial
- Barreras contra la erosión
- Regeneración natural:
  - o Semillas resistentes al fuego
  - o Plantas rebrotadoras
- Regeneración favorecida: dispersión por aves
- Restricción de la presión ganadera
- Recogida semillas de plantas autóctonas
- Cría de plántulas en vivero
- Siembra de plántulas de especies dominantes y pioneras
- Control de la competencia
- Seguimiento
- Siembra de plántulas de especies acompañantes típicas de bosques más maduros

Actividades de reintegración socioeconómica

- Charlas de sensibilización a las poblaciones circundantes
- Involucramiento de las poblaciones locales en la gestión forestal
- Promover la apicultura
- Promover el silvopastoreo
- Habilitación de un sendero interpretativo

**Metodología:**

## 1) Saneamiento:

Se pretende talar los árboles que se encuentren moribundos tras el incendio evitando de tal modo las plagas de insectos minadores de la madera como los cerambícidos.

## 2) Rehabilitación y Restauración:

Consistente en la recuperación de la estructura, composición y algunas funciones del bosque mediterráneo.

Al principio se pretende talar el 60% de los pinos muertos debido al fuego, de manera uniforme a lo largo de toda la parcela. Una vez talados, se utilizarán dichos troncos como barreras naturales contra la erosión situándolos perpendiculares a la pendiente. Durante todo el proyecto se excluirá el pastoreo para no perjudicar la regeneración de la vegetación.

Por regeneración natural tendrá lugar la germinación de semillas resistentes al fuego (*Pinus*, *Cistus*, *Ulex* o *Rosmarinus*) y la reaparición de pies de plantas rebrotadoras (*Quercus* relictos, *Juniperus*, *Arbutus*, *Rubus*, *Ruscus*, *Brachypodium*...)

Además, al 40% de árboles muertos se les mantendrá erguidos, sirviendo de anclajes del terreno y de posaderos de aves dispersoras de semillas que fomenten la regeneración natural del matorral asociado al bosque mediterráneo. Principalmente plantas de fruto carnoso: *Crataegus*, *Rosa*, *Viburnum*, *Arbutus*, *Smilax*, *Pistacia*, *Rhamnus*, *Ruscus*, *Hedera*, *Lonicera*, etc.

Estos árboles muertos también pueden servir como puntos de referencia para arrendajos y ardillas que almacenan bellotas de *Quercus* y se conoce que son sus principales dispersores.

La práctica habitual es cortar el 100% de los árboles para vender la madera, causando graves daños a las nuevas plantas y rebrotes durante el proceso, e ignorando completamente el papel de las aves dispersoras.

Se realizarán inventarios florísticos en los ecosistemas de referencia y según los resultados y conocimientos sobre la vegetación de la zona, se llegará a una lista aproximada de especies que deberían estar presentes en el ecosistema restaurado (Tabla 1).

### Árboles

*Quercus ilex*  
*Quercus faginea*  
*Sorbus domestica*  
*Acer monspensulanum*

### Lianas

*Smilax aspera*  
*Lonicera etrusca*  
*Clematis* spp.  
*Hedera helix*

### Arbustos

*Arbutus unedo*  
*Erica multiflora*  
*Pistacia lentiscos*  
*Pistacia therebinthus*  
*Rosmarinus officinalis*  
*Rhamnus alaternus*  
*Rhamnus lyciodes*  
*Cistus albidus*  
*Buxus sempervirens*  
*Juniperus oxycedrus*  
*Daphne laureola*

*Ulex* sp  
*Genista* sp  
*Cytisus* sp  
*Amelanchier ovalis*  
*Rosa* spp.  
*Cotoneaster* sp  
*Crataegus* spp  
*Ruscus aculeatus*  
*Quercus coccifera*  
*Phyllirea* spp.

**Tabla 1.** Lista aproximada de especies de un encinar maduro de Cataluña central.

Se deben buscar en la región semillas de las plantas de germinación no favorecida por el fuego y presentes en el ecosistema de referencia, con el fin de utilizar las variedades adaptadas al microclima local.

Estas semillas se cultivarían en un vivero durante unos dos años para su posterior plantación. Principalmente serían árboles y arbustos dominantes en el ecosistema de referencia (framework species) y de carácter pionero, como *Quercus ilex*, *Crataegus spp.* y *Arbutus unedo*.

Pasado este tiempo, se procedería a la incorporación de estas plántulas en la zona degradada. Se intentaría colocarlas en el interior de matorrales u otra zona que ofrezca protección a los plantones tanto de a las inclemencias meteorológicas como de la eventual herbivoría. Entre los principales candidatos a alojar las nuevas plántulas, se encontrarían *Ulex parviflora*, *Erica multiflora* y cistáceas en densidad alta.

Además, se intentaría disminuir la competencia por el espacio con las plantas de germinación favorecida por el fuego (*Pinus* y *Cistus* principalmente), mediante la eliminación de parte de éstas. Las plantas retiradas se trocearían y se dejarían *in situ* con el fin de no sustraer materia orgánica del lugar.

Tras estas últimas acciones se harían seguimientos periódicos para ver tanto el correcto desarrollo de las plántulas así como la evolución de las plantas de germinación favorecida por el fuego y la aparición de otras plantas dispersadas por aves o el viento.

Después de cada revisión, en caso de que se estime necesario podrían hacerse más plantaciones de las especies ya reintroducidas o más control de los organismos pirófitos.

En una fase más avanzada se introducirían plántulas de otras especies acompañantes no favorecidas por el fuego típicas de bosques más maduros como: *Quercus faginea*, *Sorbus domestica*, *Juniperus oxycedrus*, *J. sabina*, *Acer monspessulanum*, *Buxus sempervirens*, etc.



Igualmente se seguirían haciendo seguimientos para evaluar el éxito de todas las reintroducciones y la competencia con pirófitos y para tomar decisiones de reforzar alguna de estas acciones.

### 3) Actividades de reintegración socioeconómica

En un principio se excluirá el pastoreo en toda la zona para asegurar la regeneración natural y evitar la depredación de plántulas. Cuando ya se haya alcanzado un cierto grado de cobertura arbórea y arbustiva, se creará una franja de amortiguamiento en la parte baja, unas 20 Ha, donde se permitiría el pastoreo ovino y caprino.

Otra actuación para reintegrar económicamente la zona será promover la apicultura por parte de la población local para darle un valor añadido al bosque restaurado.

En varias de las fases de la restauración (recogida de semillas, plantación de leñosas) se contará con la participación simbólica de voluntarios locales y de las escuelas de los municipios próximos.

También se creará un sendero interpretativo con paneles informativos sobre la importancia de los encinares, las especies que lo componen y los servicios ambientales que brinda, así como explicaciones sobre la restauración llevada cabo.

Estas acciones tienen como objetivo crear conciencia ambiental en la población local, especialmente en los jóvenes.

### **Resultados esperados:**

En la figura 2 podemos observar los cambios en complejidad a lo largo del tiempo, tanto con o sin la intervención propuesta, con las principales acciones detalladas de forma cronológica.

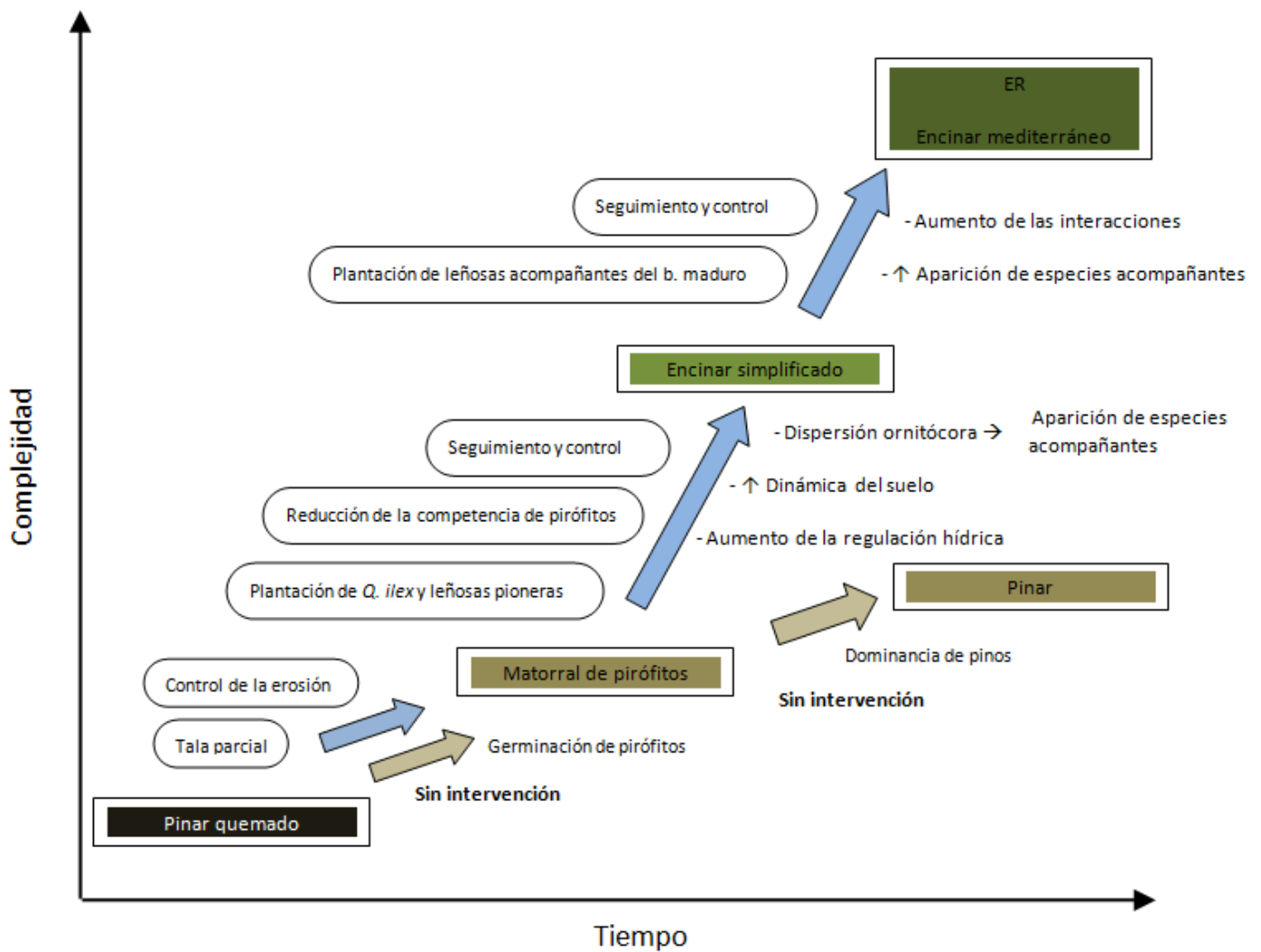


Figura 2: Gráfico de estados y transiciones indicativo de la regeneración del bosque.

**Evaluación:**

Atributos del ecosistema restaurado

Atributos de estructura:

1. Riqueza de especies perennes

Abundancia de pirófitos.

Abundancia de árboles y arbustos plantados y espontáneos.

2. Riqueza de especies anuales

3. Cobertura total de la plantas.
4. Banco de semillas en el suelo.
6. Diversidades Alfa y Beta.
7. Formas de vida de las plantas.
8. Especies nativas que llegan espontáneamente.

Atributos de función:

- (11. Productividad)(estimación de la densidad del sotobosque)
12. Materia orgánica en el suelo: Profundidad del horizonte A (primer horizonte del suelo que es donde se mezcla la materia orgánica con el humus del suelo)
17. Capacidad de intercambio catiónico. Toma de muestras de suelo y procesado en el laboratorio.
20. Efectividad microsimbótica.

**Productos:**

Artículos científicos: Relativos a los efectos de la restauración y a la respuesta a diferentes tratamientos de gestión.

Sendero interpretativo

Informes periódicos y final: A partir de la información extraída mediante los seguimientos y evaluación de los atributos.

**Calendario/cronograma de implementación:**

- Charlas informativas y de sensibilización en las poblaciones de los términos municipales de Rubió, Òdena y Jorba. 6 sesiones a lo largo del primer año del proceso de restauración. Para ello se requerirían 2 educadores ambientales.

- Tala selectiva de los troncos moribundos así como el 60 % de los troncos quemados. Construcción de barreras contra la erosión. Para dicho trabajo se requiere la actuación de 10 auxiliares forestales y dos biólogos durante un periodo de 4 semanas.
- Exclusión del pastoreo.
- Recogida de semillas viables en la zona cercana. Para este trabajo requerimos el esfuerzo de voluntarios y 2 biólogos con formación de educación ambiental. Este proyecto se desarrollará durante 3 semanas de Octubre.
- Plantación de las semillas viables de la primera fase y cuidado de las plántulas en los viveros de la Generalitat. El proceso requerirá de 1 técnicos durante 3 años.
- Incorporación de las plántulas en el ecosistema degradado, Para lo cual se requerirán 10 auxiliares forestales durante un periodo de 2 meses
- Reducción de la competencia por pirófitos. Se requieren 5 auxiliares forestales y dos biólogos cualificados durante un periodo de 2 mes.
- Plantación de leñosas típicas de bosque maduro. Se requiere el trabajo de 2 biólogos y 10 auxiliares forestales durante un periodo de 2 meses.
- Introducción del pastoreo en la franja de amortiguamiento.
- Construcción del sendero interpretativo.
- Establecimiento de panales de abeja a una distancia mínima de 100 metros del sendero interpretativo.
- Seguimiento periódico de la sucesión vegetal. Se requieren 2 biólogos durante una semana cada año durante los 10 primeros años y cada 5 en los 20 años siguientes
- Control y evaluación. Se requieren 2 biólogos y un equipo de auxiliares forestales dependiendo de las acciones a efectuar en la zona.



## Presupuesto

Acción	Duración	Personal Requerido	Materiales
Charlas divulgativas	6 sesiones a lo largo de un año	2 educadores ambientales	Paneles informativos
Tala selectiva Construcción de barreras	4 semanas	10 Auxiliares forestales 2 biólogos cualificados	3 Motosierras 10 Palas, 10 Azadones 3 Martillos 3 Mulas
Recogida de semillas	3 semanas	Voluntarios 2 Biólogos	
Siembra de semillas	3 años	1 técnico	20000 Macetas Sustrato Alquiler de vivero
Plantación	2 meses	10 auxiliares forestales 2 biólogos	10 Palas, 10 Azadones 1 Mula
Reducción de competencia	2 meses	5 auxiliares forestales 2 biólogos	10 Palas, 10 Azadones 2 Desbrozadoras 2 Podadoras
Plantación especies acompañantes	2 meses	10 auxiliares forestales 2 biólogos	Palas, Azadones 1 Mula
Construcción de sendero interpretativo	2 semanas	5 auxiliares 1 biólogo	Herramientas 10 Paneles informativos
Seguimiento	1 semana cada año (10 primeros años) 1 semana cada 5 años (20 años siguientes)	2 biólogos	
Acciones suplementarias postseguimiento	Según necesario	Auxiliares forestales Biólogos	Palas, Azadones Desbrozadoras Podadoras
Otros gastos			Combustible Alimentación Material fungible

TOTAL = 285.825 €

El proyecto en su totalidad será financiado por el Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya.