

Acción C4: Documento de descripción técnica de los modelos innovadores de gestión aplicados: caso de los pinares

Enero 2019

Realización: CTFC

Colaboración: CPF, APMC, APFSBE

Contacto: info@mixforchange.eu



Summary in English:

This document describes the main silvicultural effects of the interventions implemented in MixForChange demonstrative stands dominated by pines (*Pinus pinea*, *P. sylvestris*, *P. pinaster*). Firstly, we present the general aims of these treatments and the principles of these interventions. We therefore provide a general description of the intervention implemented in each stand and the effects of the interventions (status before and after the treatments) on the main features defining the stand and the main species: tree density, basal area, diameter at breast height, dominant and total height, basal area of dead wood, shrub cover and height. We also provide a picture of the stand before and after the intervention. Finally, we provide practical recommendations for the application of MixForChange silvicultural models in further areas.

Documento realizado en el marco del proyecto MixForChange (LIFE15 CCA/ES/000060) financiado por el programa LIFE de la Unión Europea



Índice

1. Descripción general de las actuaciones implementadas en la acción C4	3
2. Actuaciones realizadas a nivel de rodal	7
Rodal C4.1.	8
Rodal C4.2.	10
Rodal C4.3	12
Rodal C4.4.	14
Rodal C4.5.	16
Rodal C4.6.	18
Rodal C4.7.	20
3. Recomendaciones de gestión derivadas de la ejecución de las actuaciones C4	22
3.1. Diseño y ejecución general de las intervenciones	22
3.2. Marcaje	27
3.3. Actuaciones de regulación de la competencia, la composición y la estratificación de la vegetación arbórea	29
3.4. Actuaciones sobre el matorral	32
3.5. Actuaciones para la promoción del regenerado ya instalado de pies de futuro	34

1. Descripción general de las actuaciones implementadas en la acción C4

Objetivo global/general de las actuaciones en pinares.

Los bosques mixtos de pinos con frondosas se suelen estructurar como un dosel de pinos (especie promovida en el pasado) con subvuelo de frondosas. Actualmente las frondosas se han desarrollado y el dosel de pinos se ha capitalizado y envejecido, estando su regeneración limitada por el tupido estrato de frondosas.

Las actuaciones de la acción C4 tienen como objetivo generar y mantener estructuras diversificadas en estratificación y composición específica, incluyendo diversas especies de frondosas, manteniendo los pinos en las localizaciones favorables donde no dificulten el desarrollo del resto de especies.

Por otra parte, en determinados rodales donde la cubierta arbórea es escasa debido a perturbaciones intensas, se puede regenerar el dosel de coníferas mediante plantación. Así, las coníferas frugales plantadas podrán fomentar el desarrollo de las frondosas que necesitan acompañamiento inicial. Adicionalmente, también se pueden plantar frondosas para el enriquecimiento de rodales donde su presencia es limitada.

En todo caso, se fomentan los individuos y especies de planifolios con mayor potencial para producir madera de calidad, siempre que muestren elevado vigor. Las principales especies a considerar en este sentido son *Prunus avium*, *Quercus petraea*, *Quercus humilis*, *Quercus canariensis*, *Sorbus torminalis*, *Fraxinus excelsior*, *Acer pseudoplatanus* y *Acer campestre*.

Estructura objetivo/deseada a medio plazo.

La estructura objetivo es diferente según la capacidad del estrato de coníferas para desarrollarse y regenerarse, manteniendo una presencia significativa de frondosas en diversos estratos.

Donde el estrato actual de coníferas (*Pinus pinea* principalmente) está en una fase adulta próxima a la senescencia y el subvuelo de frondosas está plenamente establecido y tiene capacidad para desarrollarse, el objetivo es fomentar este subvuelo y reducir significativamente el dosel de coníferas. Así, el objetivo es generar y mantener estructuras multiestratificadas con elevada presencia de frondosas, llegando incluso a ser dominantes en la masa, manteniendo las coníferas en las microlocalizaciones favorables que permitan su desarrollo con vitalidad y capacidad de regeneración.

Donde la presencia de frondosas es actualmente baja y el dosel actual de coníferas (principalmente *Pinus sylvestris*) presenta buena vitalidad y desarrollo, el objetivo es fomentar el desarrollo de las frondosas en el subvuelo y puntualmente en el dosel dominante y regular la competencia en el estrato de coníferas. Así, el objetivo es generar y mantener estructuras con un dosel superior regularizado de coníferas y un subvuelo multiestratificado de frondosas que vayan alcanzando progresivamente el dosel dominante a largo plazo. Dentro de este objetivo se incluye el caso de rodales de baja cobertura arbórea con estrato matorralizado de frondosas. En este caso, se promociona una cierta biestratificación para utilizar la cobertura de coníferas más frugales que faciliten el desarrollo de las frondosas.

Las estructuras heterogéneas vertical y horizontalmente se mantienen mediante cortas selectivas que favorecen a diversos colectivos y resalveos (asimilable a un *coppice with standards*), siempre integrando criterios de silvicultura de árbol individual (*single-tree oriented silviculture*) para asegurar el desarrollo de determinados pies de las especies de frondosas acompañantes. En conjunto, la gestión responde a los conceptos de “*continuous cover system*” y el “*Close-to nature silviculture*”.

En todo caso, la primera actuación que se realiza en los rodales demostrativos tiene un marcado carácter de adaptación, pues la masa actualmente no tiene las características exactas definidas en los modelos de gestión de referencia.

Criterios de selección de los árboles de futuro: ¿Qué árboles? ¿Cuántos ahora y cuántos a medio plazo?

Durante las actuaciones se identifican árboles de futuro que son liberados aplicando criterios de silvicultura de árbol individual con el fin de potenciar su desarrollo. Estos árboles de futuro son principalmente especies de frondosas acompañantes presentes en el pinar. Los criterios para su selección vienen determinados por el interés del árbol para producir de madera de calidad (seleccionando los árboles tengan un buen vigor, rectitud y potencial) o desde el punto de vista de la biodiversidad (especies poco representadas, de las cuales se promueven pies capaces de ser buenos semilleros). Aunque a priori el pino no es una especie prioritaria, los individuos de buena conformación y vitalidad pueden ser promovidos y marcados como árboles de futuro.

La cantidad de árboles de futuro a seleccionar depende de la cantidad de individuos con estas características presente en cada rodal. Orientativamente, y si la presencia de pies de futuro lo permite, se intenta buscar unos 150 pies/ha en las primeras actuaciones pudiéndose reducir en actuaciones posteriores si se considera necesario.

Actuaciones selvícolas realizadas y criterios para elegir las actuaciones a realizar y su intensidad.

Descripción de la actuación/ones.

Las actuaciones selvícolas previstas a los rodales de pino (acción C4) se componen de:

Clara selectiva. Se seleccionan las frondosas (o pinos) dominantes y codominantes más vitales y mejor conformadas, y se eliminan los competidores directos. El número de competidores a eliminar por cada pie seleccionado determina el peso de la intervención y depende de cada rodal, no actuando en zonas donde no hay pies seleccionados. Aunque esta actuación se aplica frecuentemente en estructuras regularizadas, tiene la flexibilidad suficiente para generar estructuras heterogéneas tanto vertical como horizontalmente. En algunos rodales, la clara selectiva puede ser similar a una entresaca.

Clara por lo bajo. Se eliminan preferentemente pies del estrato dominado, y se favorece el desarrollo de los pies más vitales. Esta actuación se puede combinar con una clara selectiva, actuando con criterios de clara por lo bajo en las zonas sin pies de futuro (clara selectiva mixta).

Resalveo. Se aplica en especies con fuerte capacidad de rebrote como el roble, la encina o el castaño, eliminando la competencia a escala de árbol y concentrando el crecimiento en unos pocos resalvos (generalmente 1 a 3 por cepa), los mejor desarrollados y posicionados.

Desbroce selectivo. Se elimina parcialmente la vegetación del estrato arbustivo. Se define la vegetación a eliminar según su altura, composición, vitalidad o cobertura a mantener. Se eliminan generalmente especies inflamables y se aplica un resalveo de las especies arbustivas como el brezo o el madroño. La realización del desbroce no es necesaria en aquellas zonas sin cobertura arbórea donde no se realizan trabajos de corta o en zonas donde es necesario proteger los conos de regenerado.

Liberar. En zonas con pies juveniles o adultos de especies de planifolios de interés de buen porte y vitalidad se actúa con criterios de selvicultura de árbol individual, eliminando los competidores a nivel de copa y manteniendo los pies no competidores (aquellos cuya copa no se sitúa por encima de la del pie de futuro). En el caso de pies adultos de planifolios, que forman parte del estrato dominante o codominante, la actuación de liberación aquí descrita es similar a una clara selectiva.

Recepar. En los golpes con mucha abundancia de individuos jóvenes de especies frondosas se puede plantear, si es viable en cada caso, el corte de los pies mal conformados para generar un nuevo pie de rebrote. Si estos individuos son poco abundantes, esta actuación no se realiza.

Plantación. Se realizan aprovechando las mejores microestaciones dentro del rodal, adaptando la especie plantada a éstas y utilizando técnicas complementarias para aumentar el éxito, incluyendo protectores individuales o acondicionadores del suelo. En determinados rodales donde la cubierta arbórea es escasa debido a perturbaciones intensas, se puede restaurar el dosel de coníferas mediante plantación. Así las coníferas frugales plantadas podrán fomentar el desarrollo de las frondosas que necesiten acompañamiento inicial. Adicionalmente, también se pueden plantar frondosas para el enriquecimiento de rodales donde la presencia de éstas es limitada.

Corta sanitaria. En zonas donde se observan daños por agentes bióticos o abióticos se aplican cortas sanitarias, destinadas a eliminar los árboles muertos o moribundos, con síntomas de alguna enfermedad o plaga, afectados por nevadas, viento, granizo, etc.

¿Por qué esta actuación?

Clara selectiva: Esta actuación permite regular la competencia entre pies dominantes y codominantes de manera dirigida. El objetivo es disminuir la densidad y la competencia y así disminuir el estrés hídrico. Es la principal actuación para la adaptación de la masa actual hacia los modelos innovadores.

Clara por lo bajo: Esta actuación permite reducir la competencia del estrato dominado de una manera homogénea en el rodal con el objetivo de mantener a largo plazo una cubierta estable y avanzar hacia un fustal sobre cepas. Se suele aplicar en aquellos rodales donde se prevé más de una actuación de adaptación.

Resalveo. El objetivo del resalveo es reducir la competencia por los recursos a escala de cepa, permitiendo concentrar el crecimiento en los brotes más vigorosos y mejor conformados y posicionados. A escala de rodal también genera un efecto de reducción de competencia y mejora de la vitalidad de la masa.

Desbroce selectivo. Esta actuación permite disminuir la competencia arbustiva con la regeneración arbórea, favorecer determinadas especies arbustivas con valor para la biodiversidad (productoras de fruto o de refugio) y modificar la estructura vertical y horizontal del combustible para reducir la vulnerabilidad frente a incendios.

Liberar. La liberación de los árboles de futuro permite favorecer su crecimiento, conformación y vigor. Por un lado, la eliminación de los competidores a nivel de copa permite un mejor desarrollo de ésta, así como un mejor acceso a la luz. Por otro lado, el mantenimiento de los pies que hacen un acompañamiento lateral permite que actúen como estrato de servicio que evita la insolación directa del tronco y la aparición de brotes epicórmicos, obteniéndose un tronco de mejor calidad. Ésta es una de las actuaciones prioritarias para el desarrollo de los modelos innovadores con el fin de aumentar de la complejidad del bosque, la conservación de la biodiversidad y la promoción de su valor productivo.

Recepar. El recepado se ha llevado a cabo de manera puntual, limitado a aquellas zonas con una fuerte presencia de frondosas acompañantes. En la mayor parte de rodales se ha descartado esta actuación, por un lado, debido a la gran presión de fauna cinegética y por otro, a la espera de evaluar la conformación de los pies a medida que se desarrollen.

Plantación. Las plantaciones se llevan a cabo en rodales donde la cubierta arbórea es escasa debido a perturbaciones intensas, con el objetivo de acelerar el proceso de regeneración. La plantación de coníferas frugales fomentará en el futuro el desarrollo de las frondosas existentes en el estrato inferior, mientras que la plantación de frondosas permite fomentar su presencia en aquellos rodales donde es limitada.

Cortas sanitarias. Se realizan tras la observación de daños (bióticos o abióticos) y tienen la finalidad de prevenir la propagación de plagas y enfermedades, pudiéndose aprovechar la madera extraída. También se pueden realizar años después de la afección con el fin de abrir

espacio para el regenerado, mejorar la accesibilidad al rodal y disminuir la vulnerabilidad al fuego de la masa.

Fundamento del diseño e intensidad de la actuación

Las actuaciones selvícolas planificadas se han diseñado teniendo en cuenta las características de los rodales, los objetivos concretos de la acción C4 y los modelos innovadores de gestión a implementar en el proyecto (Acción A3). En todo caso, las actuaciones tienen como base las Orientaciones de Gestión Forestal Sostenible de Catalunya (ORGEST), que presentan unos modelos de gestión selvícola para la planificación forestal a largo plazo.

El estado particular de cada rodal en términos de estructura, composición y configuración ha determinado la intensidad de la corta, la necesidad de resalveo y recepado así como los criterios particulares de desbroce selectivo (especies y recubrimiento a mantener).

La propuesta de actuaciones se ha consensuado con la propiedad y en aquellas zonas con elementos de interés especial para la conservación con los órganos de gestión de los espacios naturales donde se sitúan los rodales de actuación y los servicios territoriales del Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació.

2. Actuaciones realizadas a nivel de rodal

Especies: roble pubescente (*Quercus pubescens*), encina (*Quercus ilex*), pino piñonero (*Pinus pinea*), alcornoque (*Quercus suber*), brezo (*Erica arborea*), madroño (*Arbutus unedo*), serbal (*Sorbus domestica*), mostajo (*Sorbus torminalis*), pino laricio (*Pinus nigra*), pino negral (*Pinus pinaster*), pino carrasco (*Pinus halepensis*), pino silvestre (*Pinus sylvestris*), roble andaluz (*Quercus canariensis*), cerezo (*Prunus avium*), fresno (*Fraxinus excelsior* o *F. angustifolia*), orón (*Acer opalus*), avellano (*Corylus avellana*), tilo (*Tilia sp*), manzano (*Malus sylvestris*), haya (*Fagus sylvatica*), tejo (*Taxus baccata*), boj (*Buxus sempervirens*), espino albar (*Crataegus monogyna*), durillo (*Viburnum tinus*), zarzaparrilla (*Smilax aspera*), robinia (*Robinia pseudacacia*), álamo temblón (*Populus tremula*), acebo (*Ilex aquifolium*), hiedra (*Hedera helix*).

Rodal C4.1.

Descripción cuantificada de la intervención

Superficie actuada: 5,05 ha

Modelo ORGEST: PPa08 PpaQi1

Bosques con un dosel superior de pinar y un subvuelo de quercíneas, principalmente encina, que ya es dominante en AB. El dosel de pinos está cerca de la fase de senescencia y tienen un nivel de capitalización medio. La intervención se centra en eliminar la competencia del dosel dominante sobre los pies de frondosas de alto vigor y buena conformación, de manera que se avanza hacia una multiestratificación con mayor desarrollo de pies de frondosas.

- Clara selectiva muy suave a favor de unos 150 pies/ha (8-9 m entre árboles) de encina, roble pubescente, alcornoque, y pino piñonero, dominantes o codominantes de buena conformación, a los que se elimina 1 competidor directo. Además, se realiza un resalveo de encina incluyendo pies no inventariables. AB total a mantener de 20 m²/ha (AB a extraer de 20%).

- Durante la clara se eliminan pies que sean competidores directos a nivel de copa de pies inventariables de serbales y también de roble pubescente de buena conformación (1 competidor por árbol a liberar). También se eliminan algunos pies de pino piñonero, aunque no sean competidores directos de pies de interés (corta sanitaria).

- Desbroce selectivo eliminando el matorral necesario para facilitar la accesibilidad, junto con un resalveo de cepas de brezo y madroño donde se mantienen 1-3 resalvos/cepa, siempre sin dejar más de 5 m sin desbrozar. Se mantienen los pies de especies productoras de fruto carnoso que no dificulten el desarrollo de pies de especies arbóreas. Se mantienen, en la medida de lo posible, pies no inventariables malformados de serbal. Se eliminan los pies no inventariables no vitales que dificulten la accesibilidad de los trabajos.

El marcaje se realiza en una parte demostrativa, en la que se hace un acompañamiento y formación de los trabajadores.

Evolución de variables silvo-dasométricas

Variable	Inicial	Planificado	Final
Total masa			
N (pies/ha)	1.110		950
AB (m ² /ha)	26	20 (20%)	22 (15%)
Dn (cm)	16		16
Ho (m)	16		16
H (m)	12		12
AB muerta (m ² /ha)	2		<1
Cobertura matorral (%)	100	30-50	65
Altura media matorral (m)	3	1,3	1,3
Especie principal: pino piñonero			
N (pies/ha)	195		160
AB (m ² /ha)	6		6
AB (% respecto total)	25		27
Especie secundaria 1: encina			
N (pies/ha)	565		400
AB (m ² /ha)	6		5
AB (% respecto total)	25		22
Especie secundaria 2: roble pubescente			
N (pies/ha)	235		195
AB (m ² /ha)	4		4
AB (% respecto total)	18		19
Especie secundaria 3: madroño			
N (pies/ha)	185		125
AB (m ² /ha)	2		2
AB (% respecto total)	10		9



Antes



Después

Rodal C4.2.

Descripción cuantificada de la intervención

Superficie actuada: 5,9 ha

Modelo ORGEST: Qii04 QiiP1

Bosque con escasa cobertura arbórea, donde los pinos se mantienen como dosel superior sobre una **estructura multiestratificada de quercíneas, principalmente de conformación arbustiva**. La estación es limitante en general, particularmente para las quercíneas. La intervención se centra en promocionar el desarrollo del estrato de quercíneas para avanzar hacia más cobertura arbórea, sin reducir demasiado la actual.

- Resalveo de encina y roble pubescente, centrada en pies no inventariables, junto con una corta sanitaria suave de pino piñonero decrépito.

- Durante la actuación se eliminan algunos pies que sean competidores directos a nivel de copa de pies inventariables de *Sorbus sp.* (1 competidor por árbol a liberar).

- Desbroce selectivo eliminando el matorral necesario para facilitar la accesibilidad, junto con un resalveo de cepas de brezo y madroño donde se mantienen 1-3 resalvos/cepa, siempre sin dejar más de 5 m sin desbrozar. Se mantienen los pies de especies productoras de fruto carnoso que no dificulten el desarrollo de pies de especies arbóreas. Se mantienen, en la medida de lo posible, pies no inventariables malformados de *Sorbus sp.* Se eliminan los pies no inventariables no vitales que dificulten la accesibilidad de los trabajos.

- Plantación en las zonas de menor cobertura arbórea de una mezcla de especies formada por: pino piñonero, pino laricio *corsicana* y pino negral (RP Tamjout), como estrato de coníferas; y alcornoque, roble pubescente, serbal y mostajo como especies de enriquecimiento del estrato de frondosas. Para la plantación de aprovechan microestaciones favorables y con cobertura arbustiva como protección.

No se realiza marcaje, al no considerarse necesario.

Evolución de variables silvo-dasométricas (sin tener en cuenta la plantación)

Variable	Inicial	Planificado	Final
Total masa			
N (pies/ha)	375		300
AB (m ² /ha)	9		9
Dn (cm)	17		17
Ho (m)	13		13
H (m)	6		6
AB muerta (m ² /ha)	2		<1
Cobertura matorral (%)	90		70
Altura media matorral (m)	2		1,2
Especie principal: alcornoque			
N (pies/ha)	135		110
AB (m ² /ha)	4		4
AB (% respecto total)	40		40
Especie secundaria 1: pino piñonero			
N (pies/ha)	85		60
AB (m ² /ha)	2		2
AB (% respecto total)	15		15
Especie secundaria 2: roble pubescente			
N (pies/ha)	85		70
AB (m ² /ha)	2		2
AB (% respecto total)	14		14
Especie secundaria 3: encina			
N (pies/ha)	33		25
AB (m ² /ha)	1		1
AB (% respecto total)	13		13

*Presencia destacable de pies no inventariables no reflejados en los datos dominados por madroño y encina.



Antes



Después (sin plantación)

La plantación aún no ha sido llevada a cabo. Se prevé su realización en marzo 2019.

Rodal C4.3

Descripción cuantificada de la intervención

Superficie actuada: 4.8 ha

Modelo ORGEST: PPa08 PpaQi1

Bosques con un dosel superior de pinar y un subvuelo de quercíneas, principalmente encina, que ya es dominante en AB. El dosel de pinos está cerca de la fase de senescencia. El nivel de capitalización es medio. La intervención se centra en eliminar la competencia del dosel dominante sobre los pies de frondosas de alto vigor y buena conformación, de manera que se avanza hacia una multiestratificación con mayor desarrollo de pies de frondosas.

- Clara selectiva sobre encina (tipo entresaca), centrada en las CD<25, junto con resalveo de cepas de encina no inventariables y corta sanitaria de pies de pino piñonero decrepitos. AB total a mantener de 20 m²/ha (AB a extraer de 20-25%).
- Durante la clara se eliminan pies que sean competidores directos a nivel de copa de pies inventariables de cerezo, *Sorbus sp.* y pies de futuro de encina y roble andaluz (1-2 competidores por árbol a liberar).
- Desbroce selectivo eliminando el matorral necesario para facilitar la accesibilidad, junto con un resalveo de cepas de brezo y madroño donde se mantienen 1-3 rebrote/cepa, siempre sin dejar más de 5 m sin desbrozar. Se mantienen los pies de especies productoras de fruto carnoso que no dificulten el desarrollo de pies de especies arbóreas. No se actúa sobre pies de especies arbóreas. Se mantienen, en la medida de lo posible, pies no inventariables malformados de *Sorbus sp.* Se eliminan los pies no inventariables no vitales que dificulten la accesibilidad de los trabajos.

El marcaje se realiza en una parte demostrativa, en la que se hace un acompañamiento y formación de los trabajadores.

Evolución de variables silvo-dasométricas

Variable	Inicial	Planificado	Final
Total masa			
N (pies/ha)	1.075		725
AB (m ² /ha)	25	20 (20-25%)	18 (28%)
Dn (cm)	17		17
Ho (m)	18		18
H (m)	13		13
AB muerta (m ² /ha)	2		<1
Cobertura matorral (%)	80	30-50	35
Altura media matorral (m)	2,5	1.3	1
Especie principal: encina			
N (pies/ha)	635		400
AB (m ² /ha)	12		8
AB (% respecto total)	29		50
Especie secundaria 1: pino piñonero			
N (pies/ha)	250		125
AB (m ² /ha)	6		3
AB (% respecto total)	25		19
Especie secundaria 2: roble andaluz			
N (pies/ha)	175		135
AB (m ² /ha)	4		4
AB (% respecto total)	16		25



Antes



Después

Rodal C4.4.

Descripción cuantificada de la intervención

Superficie actuada: 4.35 ha

Modelo ORGEST: Qii04 QiiP1

Bosques con baja cobertura arbórea, donde los pinos se mantienen como dosel superior sobre una **estructura multiestratificada de quercíneas, en gran parte con conformación arbustiva**. La estación es limitante, especialmente para las quercíneas presentes. La intervención se centra en promocionar el desarrollo del estrato de quercíneas para avanzar hacia una mayor cobertura arbórea, sin reducir demasiado la actual.

- Resalveo de encina y roble pubescente centrada en pies no inventariables, junto con una corta sanitaria suave de pies de pino piñonero decrepitos.

- Durante la actuación se eliminan algunos pies que sean competidores directos a nivel de copa de pies inventariables de *Sorbus sp.* (1 competidor por árbol a liberar).

- Desbroce selectivo eliminando el matorral necesario para facilitar la accesibilidad, junto con un resalveo de cepas de brezo y madroño donde se mantienen 1-3 resalvos/cepa, siempre sin dejar más de 5 m sin desbrozar. Se mantienen los pies de especies productoras de fruto carnoso que no dificulten el desarrollo de pies de especies arbóreas. Se mantienen, en la medida de lo posible, pies no inventariables malformados de *Sorbus sp.* Se eliminan los pies no inventariables no vitales que dificulten la accesibilidad de los trabajos.

- Plantación en las zonas de menor cobertura arbórea de una mezcla de especies formada por: pino carrasco, pino laricio *corsicana* y pino negral (RP Tamjout), como estrato de coníferas; y alcornoque, roble pubescente, serbal y mostajo como especies de enriquecimiento del estrato de frondosas. Para la plantación de aprovechan microestaciones favorables y con cobertura arbustiva como protección.

No se realiza marcaje, al no considerarse necesario.

Evolución de variables silvo-dasométricas (sin tener en cuenta la plantación)

Variable	Inicial	Planificado	Final
Total masa			
N (pies/ha)	760		600
AB (m ² /ha)	13		12
Dn (cm)	15		15
Ho (m)	14		14
H (m)	7		7
AB muerta (m ² /ha)	<1		<1
Cobertura matorral (%)	100		70
Altura media matorral (m)	2,5		1,3
Especie principal: madroño			
N (pies/ha)	335		290
AB (m ² /ha)	5		4
AB (% respecto total)	35		30
Especie secundaria 1: encina			
N (pies/ha)	170		150
AB (m ² /ha)	4		4
AB (% respecto total)	32		30
Especie secundaria 2: pino piñonero			
N (pies/ha)	95		90
AB (m ² /ha)	2		1
AB (% respecto total)	11		15

*Presencia destacable de pies no inventariables no reflejados en los datos dominados por madroño y encina.



Antes



Después (sin plantación)

La plantación aún no ha sido llevada a cabo. Se prevé su realización en marzo 2019.

Rodal C4.5.

Descripción cuantificada de la intervención

Superficie actuada: 16,09 ha

Modelo ORGEST: PsQh3

Masa mixta por bosquetes de pino silvestre y roble pubescente donde los pinos se mantienen como dosel superior sobre una **estructura multiestratificada de diversas especies de caducifolios**. La intervención se centra en promocionar el desarrollo del estrato de caducifolios, liberando los pies de futuro y realizando una clara por lo bajo en el conjunto de la masa.

En el marcaje se han seleccionado entre 150 y 200 pies/ha de futuro, de los cuales un 45% pertenecen al género *Acer*, un 26% al género *Sorbus*, un 13% son robles pubescentes, un 11% pino silvestre y el 5% restante otras especies de caducifolios, como manzano o tilo.

- Clara selectiva mixta sobre pino silvestre, roble pubescente, haya y otras especies del estrato dominante y codominante: se elimina 1 competidor directo de los pies de futuro seleccionados, manteniendo un subvuelo de servicio en caso de seleccionar un roble. En las zonas sin pies de futuro, así como en el subvuelo, se regula la competencia de manera general (clara por lo bajo) hasta una densidad de 600 pies/ha. AB total a mantener de 20 m²/ha (AB a extraer de 15-20%).
- Durante la clara se eliminan pies competidores directos (a nivel de copa) de pies inventariables de buena conformación de *Sorbus sp.*, *Acer sp.*, roble pubescente u otras frondosas de interés (1-2 competidores por árbol a liberar). También se liberan puntualmente pies de especies poco representadas: tilo, tejo, etc.
- Desbroce selectivo reduciendo el recubrimiento de matorral hasta el 25% y creando discontinuidad vertical en el combustible. En boj se interviene de forma suave, realizando un resalveo. Se actúa de esta forma porque se espera un fuerte ataque de *Cydalima perspectalis* en la primavera de 2019 y si la defoliación se produce en los rebrotes tiernos podría comprometerse la supervivencia de las cepas. En cepas de avellano se actúa solo cortando los pies más inclinados y situados el perímetro de la cepa. Se mantienen pies de especies productoras de fruto carnoso, como por ejemplo espino albar, siempre que no dificulten el desarrollo de pies de especies arbóreas.

Evolución de variables silvo-dasométricas

Variable	Inicial	Planificado	Final
Total masa			
N (pies/ha)	800		583
AB (m ² /ha)	24	19-20,5	19,9
Dn (cm)	20		23
Ho (m)	20		20
H (m)	13		15
AB muerta (m ² /ha)	<1		<1
Cobertura matorral (%)	60		23
Altura media matorral (m)	2,5		2,7
Especie principal: pino silvestre			
N (pies/ha)	100		212
AB (m ² /ha)	14		10,8
AB (% respecto total)	58,3		54,4
Especie secundaria 1: orón			
N (pies/ha)	200		149
AB (m ² /ha)	3		2,5
AB (% respecto total)	12,5		12,5
Especie secundaria 2: encina			
N (pies/ha)	50		69
AB (m ² /ha)	3		3,2
AB (% respecto total)	12,5		15,8

Fotos comparativas antes y después



Antes



Después

Rodal C4.6.

Descripción cuantificada de la intervención

Superficie actuada: 8,8 ha

Modelo ORGEST: No se ha aplicado ningún modelo ORGEST

El rodal consiste en una **masa mixta de pino silvestre y roble pubescente con acompañamiento de fresno, serbal y tejo**. En zona alta del rodal (cresta) el roble es sustituido por la encina. También aparecen pies de pino piñonero. La mezcla entre las especies es pie a pie, constituyendo una masa multiestratificada en la que el roble es vital pero el pino está afectado por la sequía.

Las actuaciones consisten en una clara selectiva mixta de carácter sanitario (corta de la mayoría de los pies poco vitales) que incluye la regulación de la competencia de pino, resalveo de roble y encina (dejando los 3-4 mejores resalvos/cepa) y liberación de los pies inventariables de las especies de interés presentes en el rodal (fresno, serbal, tejo...). En conjunto se dejan unos 1.100 pies/ha con un AB final alrededor de unos 25 m²/ha. También se realiza un desbroce selectivo para eliminar la competencia del matorral con el regenerado de las especies de futuro y para disminuir la vulnerabilidad frente a incendios forestales y restricción hídrica.

Se marca la totalidad de la corta.

Evolución de variables silvo-dasométricas

Variable	Inicial	Planificado	Final
Total masa			
N (pies/ha)	1.400	1.100	925
AB (m ² /ha)	45	25	33
Dn (cm)	20		21
Ho (m)	15		
H (m)	13		
Cobertura matorral (%)	70	25	20
Altura media matorral (m)	1	<1,3	0,5
Especie principal: pino silvestre			
N (pies/ha)	550		400
AB (m ² /ha)	30		25
AB (% respecto total)	67		75
Especie principal: roble pubescente			
N (pies/ha)	800		440
AB (m ² /ha)	10		7
AB (% respecto total)	22		21



Rodal C4.6 antes de la actuación (izquierda) y después de aplicar una corta selectiva mixta y un desbroce selectivo (derecha).

Rodal C4.7.

Descripción cuantificada de la intervención

Superficie actuada: 1,2 ha

Modelo ORGEST: No se ha aplicado ningún ORGEST

El rodal está constituido por una **masa de pino silvestre y roble pubescente con otros planifolios (fresno, cerezo, avellano, haya...)** de **calidad de estación media**. La masa tiene una estructura multiestratificada, su forma principal está irregularizada y presenta una mezcla de especies pie a pie.

El rodal tiene una superficie de 3,31 ha que se vio afectada por una importante nevada en 2009. En parte del rodal (2,11 ha) se realizó una corta posterior a la nevada en la que se extrajeron los pies afectados y al mismo tiempo se realizó un aprovechamiento, dando lugar a una masa con baja densidad arbolada y con presencia de claros. En el resto del rodal no se intervino, por lo que la presencia de pies rotos, tumbados y caídos era abundante. La actuación selvícola planificada en este proyecto, y descrita a continuación, afecta únicamente a las 1,2 ha no actuadas anteriormente.

Se realiza una corta sanitaria con el objetivo de mejorar el estado sanitario de la masa y liberar los pies con interés productivo de fresno, cerezo y arce blanco existentes en el rodal. La actuación consiste en la corta de unos 200 pinos muertos (rotos o tumbados) por la nevada de 2009. También se realiza un desbroce selectivo para promover la incorporación de nuevo regenerado de las especies de interés y disminuir la vulnerabilidad del rodal frente a incendios y restricción hídrica.

En este caso no fue necesario el marcaje de la actuación ya que únicamente se cortaron los pies afectados por la nevada, los cuales, se podían distinguir de forma evidente.

Evolución de variables silvo-dasométricas

Variable	Inicial	Planificado	Final
Total masa (únicamente considerando la parte no intervenida en 2010)			
N (pies/ha)	1.464	1.200	955
AB (m ² /ha)	67		54,5
Dn (cm)	23		
Ho (m)	18		
H (m)	14		
Cobertura matorral (%)	90	50	15
Altura media matorral (m)	1,5	<1,3	0,5
Especie principal: pino silvestre			
N (pies/ha)	1.337	1.100	860
AB (m ² /ha)	64		51,9
AB (% respecto total)	95,5		95,2



Imagen del rodal C4.07 antes de la actuación (izquierda) y después de aplicar una corta sanitaria y un desbroce selectivo (derecha).

3. Recomendaciones de gestión derivadas de la ejecución de las actuaciones C4

3.1. Diseño y ejecución general de las intervenciones

Valoración general:

En general, los tratamientos diseñados se han podido llevar a cabo con mínimas modificaciones. Para su implementación fue necesario, en primer lugar, llegar a un consenso entre el personal técnico sobre cómo ejecutar el tratamiento planificado. Así, se realizaron varias reuniones sobre el terreno para determinar unas directrices útiles para el marcaje y fáciles de entender para los trabajadores forestales y los propietarios, que fueran equivalentes a los criterios definidos en el tratamiento diseñado.

En aquellos rodales donde el marcaje no fue completo (solo realizado en una zona demostrativa) se utilizaron estas directrices para formar a los trabajadores. A medida que se desarrollaron los trabajos forestales y se realizaba el acompañamiento de las cuadrillas, las directrices fueron ajustadas por motivos de viabilidad, para facilitar la comprensión de los trabajadores, o por cambios en los criterios de partida vistos los primeros resultados de los trabajos.

Así pues, las actuaciones fueron ejecutadas de la siguiente forma, ajustándose al diseño inicial e incorporando pequeñas modificaciones de ejecución:

- La clara selectiva se ha llevado a cabo con éxito, con una intensidad algo menor a la planificada. En primer lugar, se ha reducido la cantidad de árboles de futuro a seleccionar, desde los 300-350 pies/ha iniciales a 150 pies/ha, un valor más asimilable a la presencia real de árboles de futuro y, en algunos casos, a la densidad arbórea. Ha sido necesario ser conservadores con la corta de pino piñonero ya que su apeo suponía la apertura de claros de gran tamaño, por lo que se tenía que ser conservador a la hora de elegir qué competidor eliminar. Este hecho ha requerido un mayor acompañamiento de los trabajadores así como marcajes adicionales en algunos casos. En algunas zonas donde la clara selectiva planificada se asimilaba a una entresaca, se dio una directriz de entresaca suave directamente, ya que era más fácil de entender para los trabajadores.
- En la zona del Montnegre-Corredor (rodales 4.1-4.4) no se consideró necesaria la realización de ninguna clara por lo bajo ni mixta. En cambio, en la zona de la Serra de Bellmunt (rodales 4.5 y 4.6) sí se ha realizado esta actuación para realizar una primera selección en el subvuelo de frondosas.
- El resalveo ha sido la actuación más laboriosa, junto con el desbroce, en los rodales del Montnegre-Corredor. En general se realizó tanto en pies inventariables como no inventariables de *Quercus sp.*, incidiendo en los no inventariables debido a su abundancia. También se resalvearon cepas de brezo y madroño inventariables de porte arbóreo, cortándose a matarrasa algunas cepas de brotes torcidos o muertos, por motivos de accesibilidad. En las zonas con cobertura arbórea escasa el resalveo se centró en individuos no inventariables así como en la extracción puntual de individuos de porte arbóreo decrépitos.

- Se ha desbrozado de manera selectiva la mayor parte de la superficie (excepto torrentes y zonas desarboladas) dejando pocas zonas sin desbrozar. Se realizó el resalveo de brezo y madroño, dejando algunas cepas enteras sin resalvear en las zonas con abundancia de zarzaparrilla para facilitar los trabajos y evitar dejar amplias zonas sin matorral expuestas al sol. En los casos que ha sido posible, se ha resalveado el durillo, aunque en ocasiones se han cortado cepas a matarrasa por motivos de accesibilidad. En los rodales de escasa cobertura arbórea no hubo modificaciones respecto la actuación planificada. En estos rodales no se establecieron limitaciones de cobertura ni de altura, ya que el estrato arbustivo es mayoritario en el conjunto del rodal.
- La liberación de árboles de futuro ha sido ejecutada según el diseño previsto, aunque en algunos casos se han incorporado criterios sencillos y prácticos para facilitar la selección de los árboles de futuro por parte de las cuadrillas, mientras que en otros casos se ha realizado el marcaje completo de la corta. Esta liberación queda integrada durante la ejecución de la clara selectiva.
- Prácticamente no se realizó ningún recepado de los pies no inventariables malformados de frondosas acompañantes, a la espera de evaluar su desarrollo futuro. Tampoco se abrieron claros de regeneración más allá de las zonas puestas en luz debidas al apeo de árboles de grandes dimensiones, ya que se considera suficiente la puesta en luz derivada de la actuación. En el caso de los rodales de la Serra de Bellmunt, el recepado se ha realizado indirectamente: al realizar la clara por lo bajo en el subvuelo de frondosas se han cortado pies dominados o mal conformados.
- La corta sanitaria se ha realizado siguiendo las indicaciones de la planificación, sin observarse problemas ni variaciones significativas. Esta actuación se complementó con un desbroce selectivo.
- Las plantaciones se realizarán el próximo marzo del 2019.

Finalmente, la agrupación de los rodales por tipo de intervención se considera idónea.

Particularidades a nivel de rodal:

En general, los tratamientos planificados se han podido ejecutar según el diseño previsto, incorporando solamente las modificaciones comentadas en el apartado anterior.

En referencia a la clara selectiva, mientras en el rodal C4.1 se aplicó una intensidad de corta más suave que la planificada, en el rodal C4.3 fue más intensa, habiendo sido este rodal el primero en el que se actuó. Para facilitar la comprensión, se indicó a la cuadrilla la necesidad de aplicar criterios de entresaca del encinar y de liberación de algunos robles y encinas mediante la eliminación de pinos, extrayendo los más decrépitos. A pesar de que el marcaje demostrativo fue bastante conservador con el estrato de pinos y los trabajadores entendieron el criterio, la caída de los pinos provocó el derribo de algunos árboles del subvuelo, provocando aberturas de dimensión considerable. La fuerte presencia de sotobosque comportaba que hubiera una infraestimación del claro que se abriría con la caída de los pinos. Como consecuencia, se decidió interrumpir las actuaciones de corta y hacer primero el desbroce y el resalveo de todo el rodal, seguido de un marcaje adicional en una zona demostrativa e incrementando la prudencia en la extracción de pinos. Este cambio mejoró la calidad de la actuación, aunque en conjunto la extracción fue ligeramente más intensa que la planificada. Por otro lado, en el rodal C4.1, el estrato de frondosas era más joven, con más presencia de individuos no inventariables y abundancia de brezo y madroño, por lo que se tuvo que ser aún más conservador. En base al aprendizaje del rodal C4.3, primero se realizó el desbroce y el resalveo, seguido de un marcaje adicional y finalmente la extracción de algunos de los pinos, con criterio sanitario, así como aquellos que competían fuertemente a nivel de copa con un árbol de futuro, consiguiéndose así una corta más suave pero adaptada a las instrucciones planificadas.

Tanto el resalveo como el desbroce fueron muy intensos en todos los rodales debido a la gran cantidad de madroño, brezo y encina no inventariables. En todo caso se intentó ser prudente y las actuaciones se llevaron a cabo según la planificación. Sin embargo, en términos de desbroce, en las primeras actuaciones realizadas en el Montnegre-Corredor, a la cuadrilla le costó asimilar el concepto de desbroce selectivo y no total, así como el resalveo de especies arbustivas. Este hecho ocurrió sobre todo en el rodal C4.3 donde los primeros días los trabajadores tenían tendencia a realizar un desbroce total. En el mismo rodal, había una presencia abundante de durillo, una especie difícil de resalvear, así como zarzaparrilla enredada con el estrato arbustivo. De esta manera hubo varias zonas en las que no se pudo realizar el resalveo, optándose por cortar a matarrasa algunas cepas, manteniendo otras sin intervención. En el rodal C4.1, en cambio, los trabajadores fueron muy conservadores y se dejó una cobertura de sotobosque mayor a la planificada, debido a la destacable presencia de zonas sin pies inventariables.

En el rodal C4.2 el desbroce y resalvo fue algo más intenso de lo planificado. Asimismo, cabe destacar que en el rodal C4.4 había una mayor presencia de especies arbóreas no inventariables (mayoritariamente encina) de manera que la plantación de enriquecimiento es menos prioritaria en este rodal.

En el rodal C4.6 existían pies de pino poco vitales, afectados por la sequía y con un subvuelo de quercíneas con un buen estado sanitario, por lo que se decidió avanzar en la dominancia de robles y encinas. La corta se centró en eliminar los pinos secos, promoviendo los más vigorosos, además de reducir la competencia entre robles y encinas.

El rodal C4.7 se vio afectado por una fuerte nevada en 2009 que provocó abundantes daños en el arbolado. Una parte del rodal fue cortada justo después de la afectación (2010), por lo que se podrá comparar su evolución con la zona intervenida mediante corta sanitaria durante el proyecto, 10 años después (2018-19). Se han cortado los pies rotos, tumbados o caídos por el peso de la nieve y se ha realizado un desbroce selectivo para facilitar la regeneración de especies de interés como el fresno. La mejora del estado general del bosque, así como en la accesibilidad, han sido evidentes.

Lecciones aprendidas de cara a la transferencia:

- A cuadrillas de campo: Las directrices a dar tienen que ser muy simples. Conviene tomar como referencia actuaciones que ya conozcan y comparar con éstas, sobre todo a nivel de intensidad. En general, las cuadrillas tienen tendencia a cortar intensamente, por lo que es importante incidir en que la corta debe ser más suave de lo habitual. Si no se puede garantizar la comprensión de las instrucciones es necesario realizar un marcaje de las intervenciones. Es recomendable primero realizar el desbroce y el resalveo y a continuación realizar la clara selectiva con la finalidad de: a) facilitar la selección de los competidores a cortar, evitando generar grandes claros; y b) facilitar el señalamiento. La clara selectiva se centra en la extracción puntual de pinos decrepitos y de los competidores más directos de los árboles de futuro, eliminando 1 competidor como máximo. Los criterios de selección de árboles de futuro se entienden bastante bien por parte de los trabajadores. Respecto al desbroce es importante incidir en el desbroce selectivo y el resalveo de pies, ya que muchas veces no están acostumbrados. Es importante procurar no transmitir demasiados criterios a la vez. El primer día se pueden explicar los criterios más importantes y los días posteriores ir añadiendo detalles. Donde surgen más dudas es en las actuaciones de intensidad más suave, con pocos árboles a cortar. En estos casos suele ser necesario invertir un día de marcaje con el encargado de la cuadrilla. Respecto a la organización de las cuadrillas, es preferible que solo haya un motoserrista que haga la corta y, a poder ser, que este sea el encargado al cual el técnico le haya explicado las directrices de las actuaciones directamente. Si esto no es posible, hay que asegurar que haya una buena transferencia de información dentro de la cuadrilla o bien explicar las directrices a todos los motoserristas implicados. En los casos en los que la cuadrilla dude sobre si cortar o no, es mejor no cortar y si las dudas se van repitiendo es necesario que transmitan el problema al técnico de seguimiento. Planificar bien el apeo y desembosque es vital para evitar la realización de heridas, especialmente, en pies de futuro. También es fundamental formar a los trabajadores en el reconocimiento de las especies de interés, especialmente, en la época en que no tienen hoja.

- A la propiedad: Las explicaciones a la propiedad son más o menos extensas según la tipología de propietario. Las directrices simples explicadas a la cuadrilla pueden servir también para la explicación del tratamiento al propietario. Con aquellos que han requerido una información más extensa se ha ido al rodal para explicar los criterios "in situ". En general, los propietarios han entendido y han estado de acuerdo con los criterios. Aun así, durante el desarrollo de la actuación algunos quieren intervenir dando directrices adicionales a las cuadrillas. Es importante canalizar todas sus dudas y mejoras a través del personal técnico, nunca directamente entre propietario y cuadrilla ya que de ser así los trabajadores forestales se sienten confusos y dudan sobre la ejecución de los trabajos.



- A personal técnico: Antes de implementar los trabajos es necesario consensuar las directrices a dar a los trabajadores, para dar las mismas instrucciones. Si durante el desarrollo de las actuaciones se observan discrepancias entre técnicos, éstas se pueden corregir mediante una visita “in situ”. Se recomienda que las cuadrillas de trabajadores forestales tengan un interlocutor principal (mejor si es solo uno) para evitar confusiones en las directrices a aplicar. Se requiere un seguimiento intensivo por parte del técnico, especialmente durante las primeras 1-2 semanas de actuación. En el caso de poder realizarse el señalamiento de la corta se puede disminuir la intensidad del seguimiento.

Otras recomendaciones:

Para la conservación de la biodiversidad se pueden mantener en pie algunos árboles muertos, siempre que estén ubicados lejos de caminos, para no suponer un peligro para las personas en caso de caída y que no obstruyan los caminos de acceso. En el caso del rodal C4.5 se ha detectado la presencia en la zona de pito negro (*Dryocopus martius*) como especie nidificante. En el mismo sentido se han conservado los pies de manzano, así como pies con microhábitats.

3.2. Marcaje

Valoración general:

En la zona del Montnegre-Corredor (rodales C4.1- C4.4) el marcaje se ha realizado solo en zonas demostrativas. Los motivos han sido principalmente la dificultad de acceso a los rodales, debido a las fuertes pendientes y el espeso sotobosque. Así, se han llevado a cabo marcajes demostrativos en todas las parcelas D3 así como su entorno próximo, más o menos amplio según la accesibilidad. Éstos han servido de ejemplo tanto para los trabajadores forestales el día de inicio de las actuaciones, como para los propietarios forestales interesados en conocer la actuación “in situ”. En aquellos casos más complicados, ha sido necesario hacer un marcaje conjunto adicional con los trabajadores, para asegurar que los criterios técnicos estuvieran bien asimilados e incorporar al marcaje los criterios logísticos de corta y desembosque de la cuadrilla que actúa en el rodal. Éste es el caso de los rodales con un estrato dominante de pino en los que es necesario extraer algunos individuos sin afectar al substrato de quercíneas y, especialmente, a los árboles de futuro.

En general el marcaje inicial fue muy limitado en todos los rodales debido a la gran abundancia de sotobosque. Además, en los rodales de escasa cobertura arbórea, aunque disponían de parcelas D3, no se ha realizado marcaje ya que no se consideraba necesario debido a la sencillez del tratamiento (resalveo y desbroce). Los marcajes demostrativos realizados en el Montnegre-Corredor han sido suficientes para el desarrollo de las actuaciones, con la contrapartida de invertir un mayor esfuerzo de seguimiento y formación de los trabajadores. Aunque el marcaje de todo el rodal hubiera permitido ejecutar las actuaciones de una manera estrictamente ajustada a la planificación, el marcaje demostrativo ha permitido realizar una intensa formación de los trabajadores. De esta forma, éstos pueden ser capaces de aplicar los criterios del proyecto en otras actuaciones que realicen.

El marcaje se ha realizado antes de aplicar los tratamientos (desbroce y corta), señalizando los árboles de futuro a liberar con spray naranja y los árboles a cortar (por motivos de competición a nivel de copa, risalveo o accesibilidad) con cinta de señalización balizada en blanco y rojo. Se escogió utilizar cinta para poder ajustar la intensidad de corta en las parcelas y extrapolar al resto del rodal. Estas cintas han sido retiradas después de la actuación.

En la zona de la Serra de Bellmunt se ha realizado el marcaje en la totalidad de la superficie de actuación. En el rodal C4.5 se ha realizado antes de aplicar cualquier tratamiento, aprovechando que las especies dominantes del sotobosque son avellano y boj. Se han señalado los árboles de futuro con spray azul y los árboles a cortar con spray rojo. El perímetro del rodal se ha marcado con cinta de balizamiento de color blanco y rojo, utilizando cinta biodegradable para que no sea necesaria su retirada. Existen zonas en las que es particularmente difícil escoger árboles de futuro debido a la escasez de pies de estas especies o a su mala conformación. En esos casos se han señalado de la misma forma pies con interés para la conservación de la biodiversidad o pies bien conformados que sirven de referencia a la persona que realiza el marcaje para mantener una densidad final adecuada.

Particularidades a nivel de rodal:

Aunque el marcaje demostrativo de los rodales C4.1 y C4.3 fue muy conservador en la eliminación de pinos, en la práctica que observó que su apeo podía comportar la aparición de claros destacables. Para evitarlo, se decidió realizar primero un desbroce y resalveo para mejorar la visibilidad, seguido de un marcaje adicional centrado en los pinos a cortar. Así, los técnicos junto con el encargado de la cuadrilla hicieron un pequeño marcaje demostrativo en una nueva zona, incorporando criterios de logística de desembosque para evitar abrir grandes claros. Este criterio, decidido durante la ejecución de los trabajos del rodal C4.3, dio buenos resultados, por lo que se aplicó directamente en el rodal C4.1. En el rodal C4.5 también se dio la circunstancia de que al derribar pinos de gran tamaño se podían originar claros destacables, pero en ocasiones era imprescindible cortar estos pinos para liberar pies de futuro de las especies de interés. Ante esta situación se tuvo en cuenta durante el marcaje si era o no posible el apeo de los pinos sin dañar los pies a liberar y se asumió que se crearían algunos claros pero sin que éstos ocuparan una superficie significativa en el conjunto del rodal.

En los rodales de escasa cobertura arbórea (C4.2 y C4.4) no se realizó marcaje debido a la sencillez del tratamiento. Igualmente, en el rodal C4.7 no fue necesario el marcaje de la actuación ya que únicamente se cortaron los pies afectados por la nieve, los cuales se podían distinguir de forma evidente.

Por último, el rodal C4.6 la corta se marcó íntegramente.

Lecciones aprendidas de cara a la transferencia:

- A cuadrillas de campo: Es necesario explicar los criterios de forma sencilla, y centrarse en la identificación de árboles de futuro y de los principales de competidores a nivel de copa. Para la selección de árboles de futuro se puede dar a la cuadrilla un criterio de espaciamiento: “encontrar un árbol de futuro (si lo hay) cada X m y liberar”. Es necesario asegurar la identificación de frondosas acompañantes especialmente en invierno y para individuos no inventariables. Respecto a los pinos a cortar, conviene eliminar solo los decrepitos o los que compitan claramente con un árbol de futuro. Si hay alguno que compita con dos árboles de futuro se debe priorizar su extracción. Una vez explicado el marcaje “in situ” es útil hacer una pequeña prueba en una zona no marcada para valorar si se han entendido los criterios.
- A la propiedad: A los propietarios se les deben explicar los objetivos a medio y largo plazo de las intervenciones, así como aquellos conceptos más fácilmente asimilables desde el punto de vista aplicado: identificación de árboles objetivo e identificación de los competidores.
- A personal técnico: De la misma forma que con los criterios de las actuaciones, se debe establecer también un consenso en los criterios de marcaje. Así, en las primeras zonas demostrativas se hace un marcaje conjunto con todos los técnicos para consensuar criterios. En caso de abundancia de dudas de los trabajadores, o por dificultades propias del rodal (dosel de pino significativo con potencial apertura de amplios claros debido a su apeo) se pueden plantear marcajes adicionales.

3.3. Actuaciones de regulación de la competencia, la composición y la estratificación de la vegetación arbórea

Valoración general:

Clara selectiva: La clara selectiva se ha realizado con éxito incorporando unos criterios de ejecución más prudentes que los planificados. Por un lado, el número de árboles de futuro a seleccionar se ha visto reducido a 150 pies/ha. Por otro lado, el riesgo de la aparición de claros de grandes dimensiones consecuencia del apeo de los pinos del estrato dominante provocaron una disminución en la intensidad de la corta de este estrato. Así, se aplicó una clara selectiva muy suave en la que se eliminaban solo los pinos decrépitos así como aquellos que competían intensamente con un árbol de futuro. Estos criterios se aplicaron independientemente en los rodales con estrato de pino dominante C4.1 y C4.3. Para transferir estas directrices ha sido necesario un acompañamiento de los trabajadores intenso, requiriéndose marcajes adicionales. Respecto al estrato de frondosas, se aplicaron los criterios de la clara selectiva especificados en la planificación, siendo ligeramente menos intensos.

Se puntualizó también la no intervención sobre algunas especies, ya fuera por criterios de biodiversidad y conservación (acebo, tejo) o bien para evitar su expansión (álamo temblón, robinia). Solo se ha cortado álamo temblón o robinia en el caso que fueran competidores directos de un árbol de futuro. Al tratarse de cortas de intensidad tan suave pueden aparecer problemas de heridas en el apeo (árboles colgados de grandes dimensiones) y el desembosque, siendo además un peligro para los trabajadores. Es importante planificar un buen sistema de desembosque y de logística con el encargado de la cuadrilla.

Resalveo. El resalveo se ha ejecutado según la planificación con ligeras modificaciones. En general, se han promocionado los resalvos más vigorosos, mejor conformados y situados en partes opuestas de la cepa, evitando una disposición N-S.

Con respecto a *Quercus sp.*, se han resalveado pies inventariables y no inventariables, siendo más prudente la intervención sobre los inventariables de grandes dimensiones.

También se aplicó un resalveo sobre las cepas con resalvos inventariables de porte arbóreo de brezo, boj y madroño, dejando los mejores 1-2 resalvos/cepa y cortando a matarrasa algunas cepas con resalvos muertos o torcidos, por motivos de accesibilidad.

Los resalvos han sido de intensidad variable en las zonas con abundancia de zarzaparrilla, que al dificultar los trabajos obligó a cortar algunas cepas a matarrasa y dejar la mayoría de ellas sin intervenir, especialmente en el caso de individuos de CD5-10.

En las zonas con baja cobertura arbórea el resalveo se centró en individuos no inventariables.

Particularidades a nivel de rodal:

Las particularidades a nivel de rodal consisten en ligeras diferencias en la intensidad de la corta. Así, mientras en el rodal C4.1 se aplicó una intensidad de corta más suave que la planificada (extrayendo un 15% de AB en vez del 20% planificado), en el rodal C4.3 fue más intensa (28% en vez del 25% planificado). El motivo fue que el rodal C4.3 fue el primero donde se actuó, habiéndose aplicado criterios de mayor intensidad en la corta de los pinos, provocando la aparición de claros considerables durante su apeo. Inmediatamente se modificó el criterio, se desbrozó y resalveó todo el rodal y seguidamente se hizo un marcaje adicional en el que se disminuyó el peso de extracción de pinos dominantes. Así, aunque en la mayor parte del rodal se ha realizado una clara muy conservadoras, la zona intervenida inicialmente hace incrementar el valor del AB extraída. Por otro lado, en el rodal C4.1 se aplicaron directamente estos criterios más prudentes desde el inicio, realizándose una clara algo más suave que la planificada. No obstante, estas diferencias entre la intensidad de corta real y planificada son tan ligeras que no comprometen la viabilidad del tratamiento planificado.

En el caso del rodal C4.5 se ha procedido a la corta de pinos de gran tamaño cuando se cumplían las siguientes condiciones:

- era imprescindible cortarlos para liberar pies de futuro de las especies de interés,
- era posible el apeo sin dañar los pies a liberar,
- los claros generados no ocupan una superficie significativa en el conjunto del rodal.

Respecto al estrato de frondosas, la clara selectiva fue de mínima intensidad en el rodal C4.1, limitada a la extracción de competidores de los árboles de futuro donde no había estrato de pinos y centrándose en el resalveo. En el rodal C4.3, en cambio, inicialmente se llevó a cabo una entresaca suave. Sin embargo, al reducir la intensidad de extracción del pino y observar que había algunas zonas con menor abundancia de frondosas arbóreas, también se redujo la intensidad de la entresaca dando un mayor peso al resalveo. En la práctica, por tanto, a nivel de estrato de frondosas no ha habido grandes diferencias entre la clara selectiva del rodal C4.1 y la entresaca suave del rodal C4.3.

En el rodal C4.5 se ha intervenido en el estrato de frondosas para realizar una primera selección entre los pies de las especies de interés y eliminar los dominados o mal conformados.

En referencia al resalveo, en el rodal C4.1 había una importante cantidad de brezo y madroño inventariables, muertos y torcidos los cuales en muchos casos se eliminaron por motivos de transitabilidad.

En el rodal C4.7 la corta sanitaria ha afectado a pies que llevaban 10 años muertos, por lo que no se han podido aprovechar y se han dejado in situ como elementos de biodiversidad. La corta, junto con el desbroce selectivo, ha permitido mejorar el estado de la masa y se espera que facilite la implantación y desarrollo de especies de interés.

Lecciones aprendidas de cara a la transferencia:

- A cuadrillas de campo: Incidir en que se trata de una actuación muy suave. En general, las cuadrillas tienen tendencia a cortar intensamente, por lo que es importante incidir en que la corta tiene que ser más suave de lo habitual. Incidir en la selección de árboles de futuro teniendo en cuenta las especies a promocionar y el hecho de liberar a nivel de copa, aunque sea cortando un individuo competidor de la misma especie de frondosa a potenciar. Recordar que roble andaluz/roble pubescente son prioritarios frente al alcornoque, hecho que cuesta entender a muchos trabajadores. Hay que asegurar la identificación de cerezo y *Sorbus sp.*, acebo y álamo temblón, especialmente en invierno. Respecto a la intensidad, el criterio de espaciamiento se incorpora una vez asimilados los criterios cualitativos sobre qué árboles seleccionar. En el estrato dominante de pinos solo se eliminan aquellos en muy mal estado sanitario o que compiten intensamente a nivel de copa con un árbol de futuro. En el subvuelo de frondosas se eliminan también los pies competidores de los árboles de futuro, pudiéndose plantear una entresaca suave en las zonas de mayor densidad de pies inventariables. Se aconseja realizar primero el desbroce y el resalveo de toda la zona antes de la corta, con la finalidad de mejorar la visibilidad y la toma de la decisión sobre qué árbol cortar. A efectos de biodiversidad conviene dejar árboles singulares de grandes dimensiones con cavidades, árboles muertos de más de 25 cm de diámetro, y no trocear los árboles muertos que se encuentran en el suelo. Respecto al resalveo, es importante ser más prudente en cepas con individuos de gran diámetro y contemplar la posibilidad de cortar a matarrasa algunas cepas de madroño, brezo o encina no inventariables, torcidos y/o muertos por motivos de transitabilidad. También se debe recordar la posibilidad de dejar cepas enteras sin resalvear en caso de alta abundancia de zarzaparrilla. Incidir en la importancia de mantener una abundancia suficiente de pies no inventariables de especies arbóreas, especialmente en las zonas de baja densidad arbórea.

- A personal técnico: Es importante un seguimiento intenso las primeras semanas para asegurar los criterios implementados y ajustar la intensidad de la corta a la planificada, realizando marcajes adicionales en caso de necesidad. La intensidad de corta se mide a partir de AB durante el seguimiento y se ajusta si se considera necesario. En las zonas con mayor densidad arbórea es importante planificar un buen sistema de desembosque y de logística con el encargado de la cuadrilla.

3.4. Actuaciones sobre el matorral

Valoración general:

Desbroce selectivo. En general, se desbrozó de manera selectiva toda la superficie, dejando sin desbrozar las zonas de torrente y aquellas con escasa o nula vegetación arbórea.

En algunos casos, las cuadrillas tuvieron problemas para asimilar el desbroce selectivo y no total, hecho que corrigieron los primeros días de actuación.

Respecto al resalveo de cepas de brezo y madroño, éste se realizó de una manera ligeramente más intensa dejando 1 o 2 resalvos/cepa, excepto en el caso de cepas con resalvos muy torcidos y con gran abundancia de zarzaparrilla, donde fue preferible dejar algunas cepas sin resalvear y cortar otras a matarrasa.

En algunos rodales el durillo era abundante. El resalveo de esta especie es difícil sin cortar todos los resalvos de la cepa. Así, se resalvearon las cepas posibles (aquellas con resalvos de mayores dimensiones) y el resto se hizo o bien una corta a matarrasa por motivos de transitabilidad o bien fueron respetadas sin intervenir.

En el rodal C4.5 se ha actuado sobre el boj realizando sólo un resalveo. A la vista de la evolución de la plaga de *Cydalima perspectalis* en los alrededores se espera un fuerte ataque durante el año 2019 y la afectación de los rebrotes tiernos podría llegar a comprometer la vida de las cepas.

En aquellas zonas con un estrato dominante de pino y abundancia de sotobosque y frondosas de pequeñas dimensiones, conviene realizar el desbroce y el resalveo antes de la clara selectiva. De este modo, la visibilidad es mejor y se facilita la selección de los competidores a extraer, evitando la creación de grandes claros.

Se intentó respetar las especies con fruto en la medida de lo posible, especialmente, espino albar y acebo.

Particularidades a nivel de rodal:

El desbroce fue muy laborioso en todos los rodales, dado el espeso volumen de sotobosque, formado mayoritariamente por madroño y brezo.

En el rodal C4.3, la cuadrilla tuvo dificultades para comprender el concepto de desbroce selectivo y no total así como el resalveo de especies arbustivas, hecho que fueron corrigiendo durante la primera semana de la actuación. En el mismo rodal había una presencia abundante de durillo, una especie difícil de resalvear, por lo que en algunos casos se cortaron las cepas a matarrasa (facilitar la transitabilidad) y en otros se respetaron las cepas sin intervenir. En algunas zonas también había una gran densidad de zarzaparrilla enredada con el estrato arbustivo, en cuyo caso se mantuvieron numerosas cepas sin intervenir.

Por otro lado, en el rodal C4.1, se dejó una mayor cobertura de sotobosque que la planificada debido a la destacable presencia de zonas con pocas especies arbóreas inventariables.

En los rodales con escasa cubierta arbórea (C4.2 y C4.4), el desbroce se desarrolló según lo planificado.

En el rodal C4.5 la hiedra es muy abundante, alcanzando grandes diámetros de tallo. Aunque se ha mantenido el criterio general de no cortarla, por su aportación a la biodiversidad, en algunos casos se ha procedido a su corta cuando afectaba negativamente a árboles de futuro, no solo a nivel del tronco sino que también presentaban una buena parte de las ramas cubiertas de hiedra, dificultándose la iluminación de la copa. Se ha observado que el mostajo tiene especial predisposición a quedar cubierto de hiedra, posiblemente por las características de su corteza y por ser de crecimiento lento.



Tallos de hiedra de gran diámetro (en la parte derecha de cada imagen)

Lecciones aprendidas de cara a la transferencia:

- A cuadrillas de campo: Incidir desde el primer momento en la aplicación de un desbroce selectivo y no total. Hay que incidir en la aplicación del resalveo de especies de matorral. Si la zarzaparrilla impide la realización del resalveo, es preferible cortar algunas cepas a matarrasa y dejar otras sin intervenir. En rodales con presencia de durillo, se realiza el resalveo si es posible; en caso contrario, se cortan algunas cepas a matarrasa y otras se mantienen sin intervenir. Incidir en la importancia de dejar espacios con matorral (resalveado o no) en las zonas de baja cubierta arbórea. En zonas con un estrato dominante de pino en el que se debe cortar, se recomienda realizar el desbroce antes de la corta, para facilitar la visibilidad.
- A personal técnico: Seguimiento los primeros 1-3 días para comprobar la aplicación del criterio de desbroce selectivo. En las cuadrillas que ya han aplicado estos criterios anteriormente se puede aplicar un seguimiento menos intenso.

3.5. Actuaciones para la promoción del regenerado ya instalado de pies de futuro

Valoración general:

Liberar. La liberación fue entendida adecuadamente por los trabajadores y ejecutada según lo planificado. Se incorporaron sencillos criterios a seguir para la selección del árbol de futuro: 1) Especie (por orden de prioridad): *Sorbus torminalis*, *Sorbus domestica*, *Prunus avium*, *Fraxinus sp.*, *Acer sp.*, *Quercus canariensis/petraea*, *Quercus suber*, *Quercus ilex*; 2) Buena conformación del tronco para madera de calidad; 3) Vitalidad y estabilidad física. Se estableció un valor de referencia de árboles objetivo de 150 pies/ha, de manera que se pretende identificar un árbol de futuro (si es posible) aproximadamente cada 8-9 m.

Con el objetivo de evitar la creación de claros de grandes dimensiones, se eliminaron solo aquellos competidores (mayoritariamente pino piñonero) que entorpecieran fuertemente el desarrollo de la copa del árbol de futuro y, por el contrario, se mantuvieron aquellos que se encontraban a una distancia prudencial. En el caso de los pinos piñoneros competidores también se tuvo en cuenta los que se habían extraído en zonas próximas, evitando generar demasiados claros cercanos. En caso que hubiera un pino que afectara a dos árboles de futuro era prioritario extraerlo. De esta manera, había muchos casos en los que no era necesaria la eliminación de ningún competidor.

Para facilitar la identificación de los árboles de futuro, así como de sus competidores, fue necesario el desbroce y resalveo previo, para facilitar la visibilidad, así como un marcaje adicional. Esporádicamente se consideraron algunos pinos como árboles de futuro debido a la buena conformación y vitalidad del árbol.

Se liberaron también, esporádicamente, algunos *Sorbus sp.* no inventariables rectos, con altura cercana al estrato dominante, si presentaban fuerte competencia.



Imagen del rodal C4.5 durante la ejecución de los trabajos. Se puede apreciar cómo la clara selectiva ha abierto ligeramente el dosel y la luz solar incide sobre el suelo en pequeños claros.

Recepar. El recepado se aplicó en pocos casos, optándose por evaluar el desarrollo de los pies no inventariables. Así, los pies no inventariables de *Sorbus sp.* en general se respetaron (incluidos los malformados) independientemente de su abundancia, solo eliminando aquellos que impedían el paso de las cuadrillas o que no eran identificados en el momento (especialmente en invierno, debido a la pérdida de hoja). En el caso de *Sorbus sp.*, hubo algunos casos en que se receparon individuos de escasas dimensiones ($D_n < 1$ cm) debido a su difícil identificación.

Plantaciones. En los rodales de menor cobertura arbórea (C4.2 y C4.4) se llevarán a cabo plantaciones de enriquecimiento el próximo marzo del 2019.

Algunos de los claros provocados por la caída de pino piñonero pueden servir como posibles zonas de regeneración del mismo. Sin embargo, como su regeneración natural puede ser débil se puede plantear una posible plantación de enriquecimiento adicional, centrada en estos claros, incluyendo una mezcla de coníferas y frondosas similar a la de las zonas de menor cobertura arbórea.

Particularidades a nivel de rodal:

La liberación de árboles de futuro ha sido más conservadora en el rodal C4.1. En el rodal C4.3 también fue conservadora, excepto al inicio de los trabajos, cuando la extracción de competidores de pino piñonero fue más intensa. La mayor parte de árboles de futuro son roble andaluz y pubescente.

En los rodales C4.1 y C4.5 había zonas con una abundancia destacable de *Sorbus sp.*, mayoritariamente no inventariables. En general, éstos se han respetado sin recepar, excepto aquellos de pequeñas dimensiones que se han eliminado durante el desbroce, debido a la imposibilidad de su identificación durante el invierno.

En los rodales C4.2 y C4.4 tan solo había algunos árboles de futuro puntuales (roble pubescente y *Sorbus sp.*) en los torrentes, los cuales se conservaron durante la realización del desbroce.

La plantación de enriquecimiento será menos extensa en el rodal C4.4 debido a la destacable presencia de individuos no inventariables de encina, a menudo liberada tras el resalveo y desbroce.

Lecciones aprendidas de cara a la transferencia:

- A cuadrillas de campo: Incidir en la selección de árboles de futuro teniendo en cuenta las especies a promocionar y al hecho de liberar a nivel de copa, aunque sea cortando un individuo competidor de la misma especie de frondosa a potenciar. Destacar la importancia del mantenimiento de los árboles del estrato de servicio. Recordar que roble andaluz/roble pubescente son prioritarios frente al alcornoque, hecho que cuesta entender por parte de los trabajadores. Incorporar el concepto de espaciamiento cada X m en el momento en que la cuadrilla tenga interiorizados los criterios anteriores. Eliminar solo un competidor por árbol de futuro (si es necesario) que entorpezca claramente el desarrollo de la copa, manteniendo aquellos competidores situados a una distancia prudencial. Si hay algún pie que compita con dos árboles de futuro se debe priorizar su eliminación. Asegurar la identificación de *Sorbus sp.*, especialmente en invierno y los individuos no inventariables. En el caso de los individuos de cerezo o *Sorbus sp.* no inventariables incidir en que se mantendrán los mal conformados (criterio que cuesta entender).

- A personal técnico: Es muy importante pasar un tiempo con el encargado y/o motoserrista que cortará enseñando la zona de marcaje demostrativo y haciendo una prueba de selección de árboles de futuro en una zona no marcada, ya sea el día de inicio de los trabajos o durante los días previos. El seguimiento debe ser intensivo durante la primera semana, para asegurar que los criterios han sido interiorizados. En las zonas con poca densidad o abundancia de árboles de futuro se debe realizar un mayor esfuerzo de acompañamiento de los trabajadores.