



CRITERIOS PARA LA GESTIÓN DE LA MADUREZ FORESTAL

DOCUMENTO DE TRABAJO

Junio 2019



LIFE REDBOSQUES. 2019. Criterios para la gestión de la madurez forestal. Documento de trabajo. Entregable B5. Fundación Fernando González Bernáldez

FICHA TÉCNICA

Fuente de financiación: Financiado por la Unión Europea a través del programa LIFE Gobernanza e Información Medioambientales 2015.

Referencia del proyecto: LIFE Redcapacita_2015 (LIFE15 GIE/ES/000809)

Presupuesto total: 590.154 €

Duración: Septiembre 2016 – Octubre 2019.

Coordinador: Fundación Fernando González Bernáldez.

Socios: Generalitat de Catalunya, CREAM, Fundació Catalunya-La Pedrera.

Contacto: redbosques@fungobe.org

Este material refleja el punto de vista de los autores. La Comisión/EASME no es responsable del uso que se pueda hacer de esa información o de su contenido.

Este documento está abierto a aportaciones. Pueden enviarse comentarios o material que se considere de interés a jose.atauri@redeuroparc.org

Contenido

1. INTRODUCCI3N	4
2. ¿POR QUÉ UNA GESTI3N FORESTAL QUE PROMUEVA LA MADUREZ?.....	6
3. CRITERIOS GENERALES.....	8
Criterios generales	8
Para la definici3n de objetivos	8
Para el dise1no de medidas de gesti3n.....	9
4. GESTI3N EN FUNCI3N DEL GRADO DE MADUREZ	10
5. HERRAMIENTAS PARA LA GESTI3N DE LA MADUREZ FORESTAL.....	12
5.1. La planificaci3n a escala territorial	12
5.2. La planificaci3n a escala de finca: ordenaci3n forestal	14
5.3. Gesti3n de la madurez en zonas de no intervenci3n	17
5.4. Gesti3n proactiva: t3cnicas selvcolas.....	18
Cortas de mejora en monte alto.....	19
Cortas de regeneraci3n en monte alto.....	20
En monte bajo	21
Trabajos complementarios	22
Actuaciones que deben evitarse por su efecto negativo para la conservaci3n	24
6. REFERENCIAS	25
7. ANEJO: CASOS PILOTO	28

1. INTRODUCCI3N

Actualmente los bosques prestan una gama de servicios que van m1s all1 de la producci3n de madera, siendo otros aprovechamientos o usos cada vez m1s importantes para una sociedad que valora los bosques desde m1ltiples puntos de vista. La gesti3n forestal debe ser por tanto capaz de integrar esa multifuncionalidad, incorporando criterios de conservaci3n de la biodiversidad, el paisaje, o la adaptaci3n al cambio clim1tico, entre otros.

La declaraci3n de 1reas protegidas con compromisos expl1citos de conservaci3n de ciertas especies o h1bitats ha tenido como consecuencia la incorporaci3n de criterios de conservaci3n en el desarrollo de la gesti3n forestal - como por ejemplo zonas de no intervenci3n en el entorno de nidos, no realizaci3n de trabajos en 1poca de nidificaci3n, etc. - para reducir las interferencias con especies protegidas como murci3lagos, p1cidos, urogallo, etc. (p. ej. Jim3nez, Gordo y Gonz1lez, 2006; Camprodon y Plana, 2007).

Una aproximaci3n m1s integral a la conservaci3n de los procesos ecol3gicos responsables de la din1mica forestal es consecuencia de la constataci3n m1s reciente de la extrema rareza de los rodales de las 1ltimas fases del ciclo silvogen3tico, y del valor de la biodiversidad asociada a 1stos (Mallarach et al., 2013; Schwendtner, 2013; Sabatini et al., 2018). Esto, unido a la evidencia del elevado grado de artificializaci3n de las masas forestales fruto de la selvicultura tradicional (Schwendtner, 2012), ha llevado a proponer una gesti3n forestal m1s respetuosa con estos elementos derivados de la madurez forestal, tanto a trav3s de la protecci3n y no intervenci3n en los escasos rodales maduros, como de la potenciaci3n de la madurez en aquellas en etapas avanzadas, e incluso de la promoci3n de ciertos elementos de madurez en los montes objeto de explotaci3n comercial.

Esta aproximaci3n - que en su momento se llam3 "New Forestry" - comenz3 a desarrollarse en los a1os 90 del siglo pasado, en bosques templados norteamericanos (Franklin, 1989; Gillis, 1990; Hansen et al 1991, Frankin et al., 2002; Keeton, 2006; Bauhus, 2009; D'Amato et al., 2005, 2006) y m1s recientemente comienza a desarrollarse tambi3n en el entorno mediterr1neo (Glig, 2004; Burrascano et al., 2008; Torras y Saura, 2008; Brunet et al., 2010; Brunialti et al., 2010; Mansourian et al., 2013)

En principio, este tipo de gesti3n forestal deber1a ser preceptiva en los montes en 1reas protegidas, en los que existe un compromiso legal con ciertos objetivos de conservaci3n, como por ejemplo el mantenimiento del estado de conservaci3n favorable de los h1bitats forestales de inter3s comunitario presentes en los lugares de la Red Natura 2000. Pero en montes productivos o sin esa componente normativa de conservaci3n puede tener sentido tambi3n una cierta consideraci3n al mantenimiento de algunas de las caracter1sticas de madurez, de forma que el aprovechamiento maderero sea compatible con la conservaci3n de la biodiversidad.

La ciencia forestal, a travs de la ordenaci3n de montes y la selvicultura cuenta con una larga tradici3n en el manejo de los bosques, por lo que estas mismas herramientas, adecuando sus objetivos, pueden ser de la m1xima utilidad para la consecuci3n de objetivos de conservaci3n, y en concreto de promoci3n de los valores de la madurez forestal (EUROPARC-Espa1a, 2013).

A continuaci3n se analizan las situaciones en las que tiene sentido aplicar una gesti3n forestal destinada a promover la madurez, se proporcionan algunos criterios generales y se proponen las herramientas de la ordenaci3n forestal y la selvicultura m1s indicadas para alcanzar estos objetivos.

2. ¿POR QUÉ UNA GESTIÓN FORESTAL QUE PROMUEVA LA MADUREZ?

La silvicultura clásica ha considerado que cuanto menor sea la intervención en el monte y más superficie a evolución natural, menos beneficio económico en forma de aprovechamiento de madera puede esperarse para el propietario, de forma que se interpreta siempre el mantenimiento de zonas sin intervención como una pérdida de renta (Figura 1).

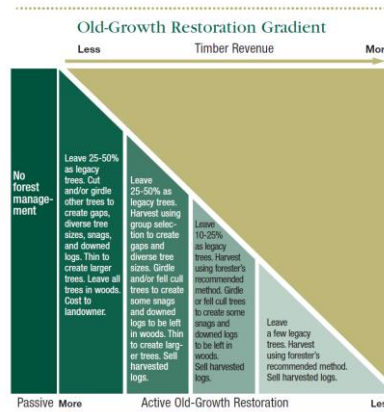


Figura 1. Relación teórica entre el gradiente de madurez y el rendimiento de madera (D'Amato, A., P. Catanzaro. 2005)

Sin embargo la evidencia disponible muestra que algunas de las características de los bosques maduros, como son su mayor diversidad específica y estructural favorecen la productividad, la producción de madera y el secuestro de carbono es mayor en bosques mixtos que en bosques monoespecíficos (Vilà et al., 2013; Liang et al, 2016; Jactel et al., 2018). En consecuencia, a través de una buena planificación o de modelos selvícolas flexibles es posible compatibilizar la producción y el mantenimiento de valores ecológicos ligados a la madurez.

Una forma de permitir una mayor madurez en bosques productores, a la vez de conseguir una producción de productos de alto valor, es dedicar rodales a la producción de madera estructural, de grandes escuadrías, mediante la aplicación en ellos de un turno más largo (entre el doble y el triple según la longevidad de las especies) que el aplicado en el resto de zonas productoras. A estos rodales, se les denomina en otros países rodales de envejecimiento.

De esta forma en esos rodales, siempre que presenten una favorable calidad de estación y estén poblados por especies susceptibles de ello (*Pinus nigra*, *P. sylvestris*, *P. uncinata*, *Abies alba*, *Quercus petraea*, *Q. robur*, *Q. pyrenaica*, por ejemplo) se conseguirá una producción de árboles de grandes dimensiones, así como una producción de biomasa por hectárea mucho mayor que en el resto del monte, a la par que esta alta edad a conseguir permite que el rodal empiece a experimentar procesos de maduración.

Si se quieren maximizar las características de madurez a conseguir en el monte o el cuartel, puede permitirse la evolución natural de algunos rodales, en los que completar el ciclo silvogenético, excluyendo en ellos el objetivo productor y dándoles un carácter de reserva

integral. A estos rodales, que pueden coexistir o no con los anteriores, se les denomina rodales de senectud.

Por otra parte en muchos lugares, el rendimiento econ3mico basado en la madera no es una opci3n realista. En ellos la existencia de rodales maduros se explica porque la extracci3n de madera no es rentable desde hace muchos a1os. En estos casos es preciso poner en valor del bosque sobre otras premisas. En algunos montes, podr3n generarse ingresos a partir de aprovechamientos alternativos (setas, trufas, caza), o mediante la gesti3n del uso p3blico o el turismo. Existen ya experiencias en las que el beneficio econ3mico obtenido de este tipo de actividades es muy superior al que se obtendr3a con la venta de la madera.

En el contexto actual de cambio clim3tico, con una previsible mayor incidencia de perturbaciones como fuego o sequ3a, la gesti3n de estos riesgos y el mantenimiento de la propiedad en un buen estado de conservaci3n, es un est3mulo para la gesti3n activa de muchos propietarios. Las actuaciones de gesti3n que promuevan la madurez – tanto el mantenimiento de estructuras propias de la madurez como la reserva de sectores a evoluci3n natural – conforman un mosaico m3s heterog3neo, m3s diverso, y por tanto m3s resiliente.

Por fin, la selvicultura dirigida a mejorar el estado de conservaci3n de los bosques a trav3s de la mejora de su madurez, aunque puede suponer un coste a corto plazo, pueden ser financiada mediante fondos comunitarios, por ejemplo a trav3s de FEADER - siempre y cuando este tipo de medidas est3n incorporadas a los PDR - o mediante otros instrumentos, como acuerdos con los propietarios (como la custodia del territorio).

3. CRITERIOS GENERALES

En un contexto en el que la sociedad reclama de los bosques una gama de servicios más allá de los aprovechamientos madereros del monte, es preciso poner en valor el conjunto de servicios que los bosques proveen a la sociedad. Para ello es necesario adoptar un punto de vista estratégico con objetivos a largo plazo, y una escala territorial amplia como oportunidad para avanzar hacia un nuevo modelo de gestión, en el que incorporar una mayor variedad de objetivos, entre ellos la conservación de la biodiversidad, la recuperación de procesos ecológicos o la adaptación al cambio climático.

Complementariamente al enfoque territorial es preciso generar unas directrices a escala de rodal que permitan orientar la gestión de los enclaves con mayor grado de madurez.

Se propone aquí un conjunto de criterios derivados de la evidencia científica y de la experiencia en la aplicación práctica, aplicables de forma general tanto a montes con objetivos explícitos de conservación (en áreas protegidas) como a montes productores, pero en los que se pretenda una mayor multifuncionalidad.

Criterios generales

1. **Las actuaciones silvícolas con objeto de incrementar la madurez forestal deber ser explícitas y deben estar planificadas**, es decir, obedecer a unos objetivos explícitos y a las necesidades de conservación que se desprendan de un diagnóstico, y contar con sistemas de evaluación de su eficacia. Deberían estar integradas en instrumentos de planificación (planes de gestión o proyectos de ordenación). Para conseguirlo, en su diseño y ejecución se seguirán los principios del Estándar de Calidad para Acciones de Conservación en espacios protegidos (Europarc-España, 2011).
2. Las acciones de conservación se basarán en el **mejor conocimiento científico y técnico disponible**. Dada la incertidumbre asociada al funcionamiento de los sistemas naturales, se aplicará siempre el principio de precaución, tanto en el diseño de nuevas acciones como en la eliminación de supuestas actividades perjudiciales.
3. La **evaluación de los resultados** de las acciones de gestión es esencial para conocer su eficacia. Para ello será necesario diseñar sistemas de seguimiento de las actuaciones, y avanzar en la aplicación de indicadores de madurez. Las ordenaciones deberían incluir indicadores de seguimiento del efecto de los tratamientos, así como del estado de conservación del monte, con referencia a su grado de madurez (ej madera muerta)

Para la definición de objetivos

4. Las acciones de gestión de ecosistemas deberán dirigirse al **mantenimiento o en su caso la restauración de su integridad y resiliencia**, para asegurar el mantenimiento de los servicios ambientales que proporcionan y la capacidad de adaptación al cambio global.
5. La gestión para la conservación debe ir enfocada preferentemente a mantener o restaurar los **procesos clave del ecosistema** (ciclo hidrológico, conservación de suelos y ciclos de nutrientes, cadenas tróficas, hábitats, biodiversidad).
6. La gestión de la madurez estará dirigida a mantener o restablecer los procesos y las perturbaciones naturales que generan heterogeneidad, incluyendo la **no intervención**

como la opci3n preferente, en especial en rodales en avanzado estado de madurez, y sin amenazas o presiones importantes. Estos rodales deberían tener una **superficie m3nima** que permita el desarrollo de los procesos ecol3gicos vinculados a la madurez, y garantizar su permanencia en el tiempo mediante las oportunas medidas de planificaci3n.

7. En el caso de que se consideren intervenciones en rodales con elementos de madurez, estas se dirigirán preferentemente a recuperar o emular los **procesos ecol3gicos responsables de generar los elementos de madurez** ausentes.
8. Las intervenciones dirigidas a **elementos concretos del ecosistema** deberían estar explícitamente justificadas (ej. especies en peligro de extinci3n), procurando que las medidas previstas afecten de forma favorable al conjunto del ecosistema.
9. Se valorará al **papel de las perturbaciones** en el mantenimiento de la estructura y dinámica de los ecosistemas, valorando la posibilidad de incorporarlas como parte de su funcionamiento en lugar de eliminarlas.

Para el diseño de medidas de gesti3n

10. La intervenci3n activa para acelerar o mejorar algunas característcas de madurez puede ser una opci3n en algunos rodales próximos a la madurez, o en rodales no maduros (incluso en explotaci3n) en los que se pretenda incorporar característcas de madurez para mejorar su estado de conservaci3n
11. Se dará preferencia los **criterios de reversibilidad y m3nima intervenci3n**,
12. Se priorizarán las acciones que puedan tener continuidad en el tiempo con un m3nimo de intervenci3n.
13. Se recomienda **evitar actuaciones de regularicen** la masa arb3rea en grandes superficies, y aprovechar técnicas que **promuevan la heterogeneidad estructural** tanto vertical como horizontal, e incrementen la diversidad funcional (ej. potenciar la presencia de especies arb3reas acompañantes)
14. Las técnicas habitualmente utilizadas en selvicultura son una herramienta v3lida para alcanzar objetivos de conservaci3n de la biodiversidad. Sin embargo, será preciso incrementar las **precauciones en su implementaci3n sobre el terreno**, evitando impactos indeseados (p ej. ejecuci3n de calles, empleo de maquinaria, afecci3n a especies secundarias).
15. Algunas actuaciones - en especial las de generaci3n de madera muerta en pie o en suelo - necesitan una especial justificaci3n por su carácter efímero, y el seguimiento y evaluaci3n de eventuales riesgos como posibles plagas asociadas, caída posterior y no deseada de árboles, etc.

4. GESTIÓN FORESTAL EN FUNCIÓN DEL GRADO DE MADUREZ

La gestión de los bosques en las áreas protegidas puede incorporar medidas de gestión específicas dirigidas a mantener o incrementar la madurez forestal (Bauhus, Puettmann y Messier, 2009). Una primera medida es la puesta en marcha de actuaciones para la identificación de estos rodales, que en la actualidad son muy poco conocidos, y eventualmente el desarrollo de medidas de conservación apropiadas que garanticen su permanencia (como la declaración de figuras de protección).

La identificación de las características y procesos propios de las etapas maduras del bosque (como la presencia de grandes árboles, de madera muerta, de un estrato arbustivo complejo), y su relación con valores que interesan al gestor (como son la biodiversidad, la resiliencia a las perturbaciones, el almacenamiento de carbono, etc.) son de gran interés para su aplicación a la silvicultura. Los bosques maduros aportan referencias para una silvicultura que imite los procesos naturales y permita incrementar el valor de los montes en explotación, añadiendo a la madera otros valores muy apreciados por la sociedad.

Desde la perspectiva del gestor o propietario forestal o del responsable de un área protegida, es interesante acotar las condiciones en las que es deseable desarrollar diferentes opciones de gestión, que en principio deberán depender del grado de madurez de los rodales (Tabla 1):

- **En los rodales maduros**, la no intervención es la opción de gestión preferente. Se trata de rodales no manejados desde antiguo, en los que debería dejarse operar a los procesos ecológicos naturales. Una vez identificados, puede ser necesario valorar medidas específicas que garanticen su conservación a largo plazo. En ellos puede ser necesaria una cierta regulación del uso público. Son también escenarios preferentes para la investigación y el seguimiento. En todo caso, debe tenerse presente que la no intervención, cuando se realiza de forma planificada y conforme a unos objetivos establecidos, es una medida de gestión (EUROPARC-España, 2011)
- **En los rodales en proceso de maduración**, además de las medidas de prospección, identificación y conservación, puede ser aconsejable la implementación de ciertas intervenciones de tipo proactivo, destinadas a alcanzar o potenciar alguno de los componentes de madurez que puedan faltar en el rodal (por ejemplo incrementar la madera muerta, la superficie de claros, o la heterogeneidad vertical) mediante actuaciones selvícolas. Es importante que estas actuaciones obedezcan a objetivos explícitos y fundamentados.
- **En rodales singulares**, puede ser aconsejable en ocasiones desarrollar medidas como las mencionadas, dirigidas a promocionar alguno de los atributos de madurez. Sin embargo en estos rodales deben tenerse en cuenta además criterios referentes a su valor cultural (por ejemplo árboles trasmochos).
- **En el resto de masas, jóvenes o rejuvenecidas** por el manejo o los incendios, o en los montes productivos, es precisa una gestión dirigida al incremento de la resiliencia a las

perturbaciones y a una mejor adaptación al cambio climático, incrementando su heterogeneidad y diversidad, y mejorando su estado de conservación (en hábitats de interés comunitario).

Tabla 1. Medidas de gestión posibles en función del grado de madurez de los rodales

Tipo de rodal	CARACTERÍSTICAS	MEDIDAS DE GESTIÓN
III - PRIMARIOS	Rodales que se han desarrollado sin perturbaciones antropogénicas, y que cubrieron un 80% de la superficie de Europa al final de la última glaciación. Son hoy extremadamente escasos. Virtualmente ausentes en el ámbito mediterráneo	<ul style="list-style-type: none"> – Seguimiento e investigación. – Caracterización de procesos ecológicos determinantes – Preservación estricta. – En el ámbito mediterráneo, búsqueda de referencias históricas
IIb - MADURO	Rodales en avanzado estado de madurez, alcanzando la etapa de senectud. Grandes árboles muy viejos en el límite de su longevidad, junto con pies muertos, además de las características de madurez anteriores	<ul style="list-style-type: none"> – Búsqueda y caracterización prioritaria. – Creación de una red de rodales de referencia – Conservación – declaración bajo figuras de protección específica – Gestión recomendada: preservación, investigación y seguimiento. No intervención
IIa - EN PROCESO DE MADURACIÓN	Rodales con un grado de naturalidad elevada, con atributos de madurez y con una baja huella humana, al menos en lo que a extracción de productos se refiere (madera u otros).	<ul style="list-style-type: none"> – Búsqueda y caracterización prioritaria. – Creación de una red de rodales de referencia – Conservación – declaración bajo figuras de protección específica o en instrumentos existentes (ordenaciones planes de gestión) – Gestión recomendada: preservación, investigación y seguimiento. Medidas puntuales sobre algunos atributos de madurez
I - SINGULAR	Rodales que presentan algunos atributos de madurez fruto de intervención antigua, especialmente aquellos que más tiempo se tarda en conseguir. Ejemplo de estos casos son dehesas abandonadas, “Bosques catedral”, relictos biogeográficos, rodales refugio de alta biodiversidad	<ul style="list-style-type: none"> – Implementar conocimiento y experiencia obtenidos de la red del seguimiento y caracterización del nivel II (y III) red de rodales de referencia. – Búsqueda y caracterización prioritaria. – Gestión recomendada: actuaciones encaminadas a conseguir aquellas características de madurez que faltan con especial atención a procesos ecológicos ausentes o sobrerrepresentados por motivos artificiales: acotados al pastoreo, anillamientos, trasmochos, etc.
0 - NATURALES, ARTIFICIALES	Resto de masas naturales jóvenes o rejuvenecidas por el manejo o las perturbaciones, y masas artificiales (con especies autóctonas) naturalizadas	<ul style="list-style-type: none"> – Implementar conocimientos y experiencias de las actuaciones en niveles I y II. Selvicultura como herramienta para la potenciación de atributos de madurez – Establecimiento de reservas a libre evolución mediante normativa e instrumentos de planificación forestal/conservación.

5. HERRAMIENTAS PARA LA GESTI3N DE LA MADUREZ FORESTAL

Las herramientas habituales de la gesti3n forestal, inicialmente ideadas para la obtenci3n de un rendimiento econ3mico sostenido de los montes, pueden reorientarse para alcanzar tambi3n objetivos de conservaci3n de la biodiversidad, en concreto promover los valores ligados a los bosques maduros.

En t3rminos generales, este tipo de gesti3n puede pretender (Bauhus, Puettmann y Messier, 2009):

- 1) mantener, acelerar o simular procesos ecol3gicos responsables del desarrollo de la madurez forestal
- 2) promover caracter3sticas estructurales propias de las etapas maduras

Adem3s, en masas no maduras y/o productivas, la selvicultura puede utilizarse con el objetivo de mantener o potenciar ciertos atributos propios de los rodales maduros. (Schwendtner, 2013). En este contexto, las herramientas disponibles son muy variadas y van desde la fase de planificaci3n a la ejecuci3n de las actuaciones silv3colas concretas.

5.1. La planificaci3n a escala territorial

El primer paso en el que es posible intervenir para mejorar las caracter3sticas de madurez de una masa forestal es, obviamente, en la fase de planificaci3n; aquella en la que se definen los objetivos a alcanzar a largo plazo y la forma de lograrlo.

El mantenimiento de ciertos rodales sin ninguna intervenci3n, si es una opci3n planificada, no debe confundirse con abandono o falta de gesti3n (EUROPARC-Espa1a, 2011). La no intervenci3n es la opci3n de gesti3n en las fases m3s avanzadas de madurez, en las que simplemente se dejan actuar los procesos naturales que han dado lugar al rodal. Pero tambi3n puede ser oportuna en rodales en proceso de maduraci3n en las que se opte por dejar operar a los procesos naturales, para lo que ser3 necesario asegurar un marco temporal largo. Por ello, la decisi3n de no intervenir en el monte deber3 ir acompa1ada de alguna herramienta que asegure su permanencia en el largo plazo. Entre las opciones disponibles cabe mencionar:

- La declaraci3n formal: En ocasiones, si se pretende una mayor relevancia o si el rodal no se encuentra en un 3rea protegida, puede ser conveniente desarrollar una figura espec3fica de protecci3n, o declararlo bajo alguna de las existentes en la legislaci3n de 3reas protegidas (p. ej. monumento natural).

Decreto 27/2015, de 24 de febrero, del Gobierno de Arag3n, por el que se regula el Cat3logo de 3rboles y arboledas singulares de Arag3n

La selecci3n de arboledas singulares se realiza aplicando un 3ndice que tiene en consideraci3n atributos de madurez como presencia de 3rboles de grandes proporciones, presencia de 3rboles muertos, estructura irregular, presencia de oquedades y de regenerado de especies umbr3filas. En estas arboledas se establece un r3gimen de protecci3n que incluye la eliminaci3n de la tala y la regulaci3n de actividades que puedan afectar a su estado de conservaci3n. Los rodales as3 declarados hasta la fecha son:

- “Pinar de pino moro”(Pinus uncinata): poblaciones m3s meridionales de la especie que, adem3s de aqu3, s3lo encontraremos en los Alpes, los Pirineos y la Sierra Cebollera Soriana.
- “Pinar del pino salgare3o en Valdiguara”. (Pinus nigra) rodal de Pinus nigra subsp. salzmannii, es la variante end3mica occidental de Pinus nigra, frecuentemente mezclado con repoblaciones de Pinus nigra subsp. nigra (pino laricio).
- “Ribera de Chopo Cabecero”. (Populus nigra) formaciones riparias e chopo negro trasmochados, de gran valor cultural y ecol3gico por albergar de una elevada biodiversidad
- “Hayedo en El Moncayo”(Fagus sylvatica) masa pura de haya situada en el Sistema Ib3rico. Representa una de las localizaciones m3s meridionales de esta especie.
- “Pinsapar de Orcajo” una rareza fruto de una repoblaci3n realizada a principios del siglo XX, debido a la lejan3a de este emplazamiento respecto de su distribuci3n natural y a la abundant3sima regeneraci3n que presenta.

- La inclusi3n en la zonificaci3n: en las 3reas protegidas, los instrumentos de planificaci3n permiten diferencias objetivos de gesti3n en el territorio mediante la zonificaci3n, por lo que una soluci3n sencilla es incorporar los rodales maduros o en proceso de maduraci3n en las zonas de reserva previstas en el plan de gesti3n.

El bosque de la Umbr3a de Siete Picos en el PRUG del Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama

El rodal maduro de la Umbr3a de Siete Picos se encuentra en la vertiente segoviana del Parque Nacional. Se ha propuesto como Zona de Reserva dentro del Plan Rector de Uso y Gesti3n, actualmente en fase de aprobaci3n. Se trata de un rodal de 186 ha de Pinus sylvestris, con abundantes pies varias veces centenarios, en el que no ha habido intervenci3n selv3cola al menos en los 3ltimos 50 a3os.

En la zona de reserva se proh3be el aprovechamiento forestal, la recogida de cualquier tipo de le3a, el pastoreo extensivo (aunque no se impide f3sicamente el acceso de ganado) y el acceso, salvo con fines cient3ficos o de gesti3n.

- Acuerdos con los propietarios: dado que una gran parte de la superficie forestal es de titularidad privada, la opci3n m3s eficaz es siempre llegar a acuerdos con los propietarios de los rodales que se pretende proteger. Las opciones disponibles son variadas, por ejemplo la custodia del territorio, la compensaci3n por adquisici3n de derechos de corta en caso de que suponga p3rdida de renta. En este caso debe procurarse asegurar plazos lo m3s largos posible, preferentemente a perpetuidad.

Acuerdos con propietarios para la preservaci3n de rodales maduros en el Parc Natural de Montseny (Barcelona y Girona)

En el Parc del Montseny la superficie forestal es privada en m1s de un 90%, por lo que la gesti3n de los montes pasa necesariamente por el acuerdo con los propietarios. Una vez identificados los rodales m1s interesantes desde el punto de vista de la madurez, en los que el objetivo es dejar actuar a los procesos naturales, se han ensayado varias aproximaciones:

- Permuta de terrenos entre particular y la administraci3n (Encinar de Can Cervera)
- Compensaci3n por adquisici3n de derechos de tala por 20 a1os (Hayedo de Al Samon)
- Acuerdo de Custodia del Territorio (Bosques de ribera en Can Rub1)

5.2. La planificaci3n a escala de finca: ordenaci3n forestal

La incorporaci3n de objetivos de conservaci3n debe hacerse no solo mediante intervenciones, sino en los instrumentos de planificaci3n a escala de detalle. En el caso de los sistemas forestales, la herramienta de planificaci3n a escala de finca es el proyecto de ordenaci3n de montes o equivalente (EUROPARC-Espa1a, 2013).

El primer lugar, y a1n en la fase de ordenaci3n, ser1 necesaria la adecuada elecci3n del tipo de silvicultura. La silvicultura en este tipo de situaciones debe poner el 3nfasis en los procesos que se pretenden simular y que van ligados a las situaciones de madurez, como perturbaciones de peque1a intensidad y alta recurrencia, generaci3n de claros, regeneraci3n natural o senescencia.

Ser1n preferibles aquellos modelos silv1colas que genere heterogeneidad a escala de rodal o pie a pie, como la silvicultura del 1rbol individual, silvicultura pr3xima a la naturaleza (T1scar et al., 2015) o silvicultura de procesos (Schwendtner, 2007). En su defecto, siempre ser1 preferible evitar tratamientos en 1reas homog3neas, dando prioridad a m3todos de entresaca frente a clareos, y estos frente a cortas a hecho (Serrada, 2016).

Algunos aspectos a tener en cuenta en esta fase para incrementar los valores de ligados a la madurez forestal son los siguientes (Mart1n Herrero, 2003):

- La elecci3n del m3todo de ordenaci3n: Una de las principales caracter1sticas de los bosques maduros es la gran heterogeneidad tanto vertical como horizontal, fruto de una din1mica de peque1as perturbaciones sostenida en el tiempo. Por ello, deber1an elegirse de forma preferente aquellos m3todos de ordenaci3n que permitan la integraci3n de objetivos diversos (por ejemplo mediante su segregaci3n espacial), y que promuevan la heterogeneidad disminuyendo al m1ximo el tama1o de las unidades de corta. Entre estos m3todos, puede destacarse la ordenaci3n por rodales debido a su adaptaci3n a estados de la masa especiales y objetivos espec1ficos singularizados (Gonz1lez et al. 2006; EUROPARC-Espa1a, 2013), la entresaca pie a pie o por bosquetes. Se deber1an descartar los m3todos menos flexibles y que act1an sobre grandes superficies homog3neas (Mart1n Herrero 2003).

- Método de beneficio: los montes bajos son estructuras muy antropizadas, generalmente proceden de sucesivas cortas a matarrasa para obtención de leña, hoy abandonadas. Como consecuencia de turnos muy reducidos presentan muy bajos valores de madurez, gran homogeneidad así como dificultades de regeneración vegetativa (Reque, 2008). Por lo tanto, como norma general, se tratará de mantener o recuperar estructuras de monte alto, para recuperar la dinámica natural del rodal.

- La forma de la masa: los rodales maduros se distinguen por contener individuos de todas las clases de edad en el dosel. Si se pretende mantener o alcanzar esta estructura, deberían evitarse las masas regulares, siendo preferibles masas irregulares, o al menos semirregulares (Serrada, 2017).

- La definición del turno: El concepto de turno se relaciona con la definición del momento en que el rendimiento es mayor desde el punto de vista de la extracción maderera, por lo tanto carece de sentido en montes cuyos objetivos sean la conservación de la biodiversidad, u otros servicios ambientales. En montes productivos, la presencia de árboles de grandes dimensiones puede preverse también en la planificación mediante la opción de alargar los turnos de corta (Bauhus 2009). El alargamiento razonable de turnos favorece la presencia de árboles de grandes dimensiones y el inicio de procesos de decaimiento en los mismos.

No obstante, para las especies más longevas como *Pinus nigra*, es recomendable la revisión en profundidad de los turnos de corta en la edad de madurez, y evitar relaciones simples entre diámetro y edad (Tíscar, 2015; Martín Herrero, 2003).

- La definición de cuarteles de reserva: Sea cual sea el método de ordenación, siempre es una opción el incorporar a la ordenación rodales de reserva, en los que dejar la masa e evolución natural (Martín Herrero, 2003).

En general la propia viabilidad económica de los aprovechamientos ha tenido como consecuencia que se eviten las pendientes elevadas o los lugares de difícil acceso. En este sentido es importante que las zonas de reserva incluyan también rodales en situaciones ambientales favorables, no solo lugares remotos, que normalmente quedarían sin aprovechamiento de forma natural por su inaccesibilidad. Estos cuarteles deberían de recoger distintas situaciones del bosque, intentando que estén representadas en ellos distintas fases del ciclo silvogénético (aunque falten los rodales viejos), y representar una superficie significativa del monte.

Zonas de reserva en la ordenación de montes de Navarra.

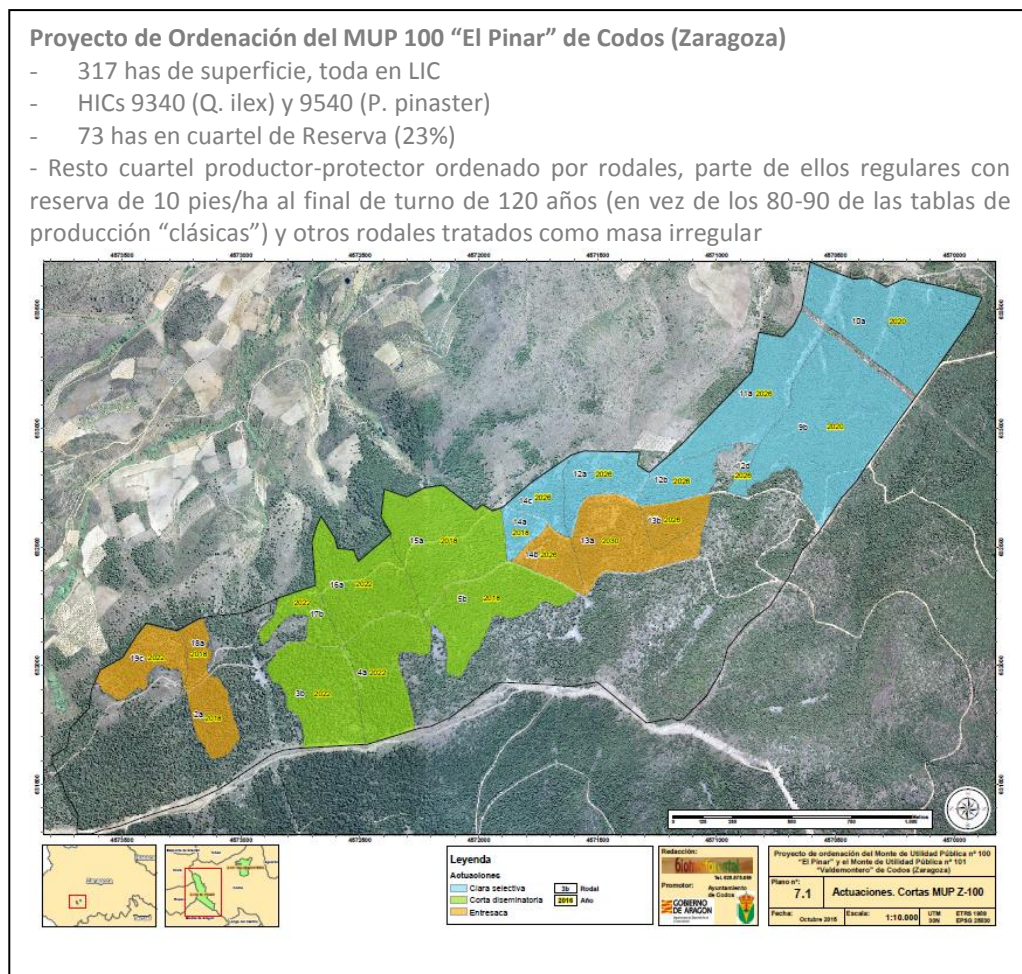
De acuerdo con el Reglamento de Montes que desarrolla de la Ley Foral 13/1990, de protección y desarrollo del patrimonio forestal de Navarra “en los montes catalogados, bien de utilidad pública o bien protectores, al menos un 5% de su superficie será conservada sin actuación humana, sometida a su evolución natural. ...” . Esta indicación se ha incluido expresamente en los pliegos para la realización de ordenaciones de montes, indicando que el Proyecto de ordenación deberá fijar un área de una superficie mínima de un 5% de la total del monte de utilidad pública o protector.

- La escala de paisaje: Dado que la ordenación se realiza a escala de finca, es esencial la coordinación de los diferentes proyectos de ordenación que afectan a una misma masa, mediante una planificación a escala superior. En el caso de áreas protegidas puede conseguirse mediante la incorporación de criterios generales para orientar la gestión forestal en los instrumentos de planificación como PRUG o planes de gestión Natura 2000. De esta forma se pueden armonizar, por ejemplo, la selección de los rodales de reserva de forma que se agrupen en superficies contiguas para obtener rodales más grandes.

Ordenación de montes en el Parc Natrual dels Ports (Tarragona)

Dentro del proyecto LIFE RedBosques, se han redactado los proyectos de ordenación para tres fincas privadas en el Parque. Se trata de fincas con objetivos de producción y conservación, cubiertas fundamentalmente por masas mixtas de *Pinus nigra* y *P. sylvestris*, que fueron objeto de un intenso aprovechamiento en el pasado, pero que cesó hace más de 40 años por pérdida de rentabilidad.

Las ordenaciones propuestas se han basado en los conceptos de la “selvicultura de conservación de los procesos”, buscando intervenciones de bajo coste económico que simulan procesos ecológicos naturales, y que pretenden obtener madera de calidad en el futuro, junto con un mejor estado de conservación del hábitat forestal, promoviendo algunas características de la madurez forestal como la presencia de madera muerta en pie y en el suelo, apertura de claros o reducción de competencia sobre las especies secundarias del dosel.



5.3. Gestión de la madurez en zonas de no intervención

Una vez decidido el destino a libre evolución de los rodales declarados de reserva, deberían suspenderse en ellos todas las actuaciones que implican la eliminación o reducción de los atributos ligados a la madurez.

Lo más importante es permitir que operen sobre el bosque los procesos naturales que dirigen el ciclo silvogénico y se eviten en lo posible las perturbaciones antrópicas, principalmente las que afectan a la estructura del rodal (tratamientos selvícolas de cualquier tipo) y a los procesos de regeneración (ganadería, presión humana).

En estas áreas debe abandonarse definitivamente la retirada de árboles caídos, muertos en pie o afectados por procesos de decaimiento. La aplicación indiscriminada y sistemática de esta llamada “limpieza” del monte es una de las causantes de que, incluso rodales donde no se han producido cortas de regeneración durante décadas, carezcan casi completamente de las características propias de la madurez forestal.

En muchos casos está “limpieza” se aplica en tratamientos selvícolas o mediante la marcación de árboles secos o en decaimiento como leñas vecinales. Igualmente debe evitarse cualquier corta de policía por plagas o la eliminación de parásitos como el muérdago.

En el caso de que se produzcan perturbaciones naturales intensas (viento, aludes, incendios) será necesario el oportuno seguimiento para cuantificar su efecto sobre el bosque, y valorar la posibilidad de dejar toda o una parte significativa de la madera muerta en el suelo. En principio, esta madera muerta no debería representar un peligro de convertirse en plaga, en especial si en las masas forestales circundantes se lleva a cabo una gestión selvícola adecuada, pero en todo caso será interesante poner a punto sistemas de seguimiento adecuados.

Aunque la herbivoría es un proceso natural, si esta es excesiva o si existe ganado doméstico, deberá controlarse o incluso excluirse en el caso de que represente un obstáculo para la regeneración del arbolado, mediante cerramientos u otros métodos.

5.4. Gestión proactiva: técnicas selvícolas

En ciertos casos puede ser oportuna la aceleración de los procesos de madurez, realizando actuaciones que “mejoren” los valores de los indicadores de madurez en ciertos bosques. Como norma general, las actuaciones que se realicen deberían ir dirigidas a:

- **Retención estructural:** Mantenimiento de un número significativo de elementos estructurales en las cortas de regeneración y de mejora (árboles viejos, madera muerta...)
- **Restauración estructural:** Consecución de una mayor complejidad estructural en rodales en estadios iniciales e intermedios de desarrollo (introduciendo especies ausentes, favoreciendo discontinuidades en la masa, especies secundarias)

Estos principios son imprescindibles en bosques con objetivos de conservación (espacios protegidos, red Natura 22000) y en aquellos en los que haya elementos relevantes de biodiversidad, aunque pueden aplicarse en situaciones más alteradas, para incrementar los valores de biodiversidad.

Aunque la mayor parte de técnicas selvícolas pueden orientarse a la promoción de la madurez, será necesario cuando se trate de espacios protegidos una especial atención en la fase de ejecución de modo que no se produzcan afecciones indeseadas sobre objetos de conservación. Así deberán seleccionarse con precaución el tipo de maquinaria, forma apeo y de desembosque en su caso, época en la que realizar los trabajos, etc. (EUROPARC-España, 2011).

Las características ligadas a la madurez sobre las que es posible intervenir, y las actuaciones posibles se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2. Características de madurez y técnicas de manejo que pueden utilizarse para conseguirlas (adaptado de Keeton 2005)

ATRIBUTO	TÉCNICAS SELVÍCOLAS
Árboles de grandes dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • Inventario y preservación arboles (de futuro, de interés para la biodiversidad, de interés cultural...) • Alargamiento del turno de corta

	<ul style="list-style-type: none"> • Claras de liberación para reducir competencia e incrementar el crecimiento. • Resalveo de conversión a monte alto / monte medio,
Diversidad de especies en el dosel	<ul style="list-style-type: none"> • Claras de liberación para favorecer especies acompañantes • Plantaciones de enriquecimiento • Creación de núcleos de dispersión
Estratificación vertical del dosel	<ul style="list-style-type: none"> • Claras selectivas o por lo alto • Imitación de perturbaciones que adelanten la regeneración (claras fuertes, apertura de bosquetes...) • Cortas discontinuas
Diversidad de diámetros y edades en la masa principal. Masa irregular	<ul style="list-style-type: none"> • Extracción de pies codominantes • Mantenimiento de pies menores y dominados • Claras selectivas o por lo alto • Cortas de entresaca para irregularización
Claros por caída de pies viejos	<ul style="list-style-type: none"> • Apertura de bosquetes sin saca • Apeo o derribo sin saca de pies grandes
Regenerado avanzado	<ul style="list-style-type: none"> • Exclusión de herbívoros para facilitar regeneración • Imitación de perturbaciones que adelanten la regeneración (claras fuertes, apertura de bosquetes...)
Madera muerta en pie de grandes dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • Descopes • Anillado selectivo de pies grandes del dosel principal
Madera muerta en el suelo de grandes dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • Apeo o derribo sin saca de pies grandes • Mantenimiento in situ de pies caídos • Atado de trozas a árboles en pie
Dendro-microhabitats	<ul style="list-style-type: none"> • Veteranización de pies (creación de microhábitats) • Trasmochado • Soluciones temporales (cajas nido, refugios..)

A continuación se resumen las principales técnicas selvícolas que pueden resultar útiles para promover la madurez forestal.

Cortas de mejora en monte alto

Claros fuertes por lo bajo

Su aplicación favorece el crecimiento de los árboles mayores y la aparición de subpisos o regenerados, ya que “liberan” parte de los recursos que anteriormente eran utilizados de forma mayoritaria por el arbolado dominante.

Claros por lo alto

Su aplicación favorece la diversidad estructural, al favorecer el crecimiento de pies dominados.

Claros fuertes por lo alto

Su aplicación desestabiliza la masa y la predispone a pequeñas perturbaciones (derribos) y aparición de regeneración y reposición

Claras de liberaci3n de especies acompa~antes

En este caso se trata de seleccionar en la clara aquellos pies de la masa principal que interfieren con el crecimiento de individuos de otras especies cuya presencia o vigor se pretende favorecer. Seg3n el temperamento de estas especies objetivo, la liberaci3n podr3 ser m3s o menos intensa.

Son especialmente importantes para favorecer especies secundarias.

Condicinado del pliego del aprovechamiento de maderas del consorcio Z3151 de Litago (Zaragoza) para 2019

- La corta afectar3 3nicamente a las especies *Pinus sylvestris* y *P. nigra*. Se valorar3n como da~os todos los pies apeados o rotos durante las operaciones de las especies *Quercus petraea*, *Q. pirenaica* y *Q. faginea*, con di3metro normal superior a los 10 cm. El importe unitario (por pie) de los da~os ser3 de 50 3.
- No se apearan pies muertos de ninguna especie, ni de ning3n di3metro. 8. Se valorar3n como da~os todos los pies muertos apeados, de cualquier especie, con di3metro normal superior a los 20 cm. de di3metro. El importe unitario (por pie) de los da~os ser3 de 50 3.
- No se apearan pies de *Pinus sylvestris* o *Pinus nigra* con di3metro superior a 35 cm. 7. Se valorar3n como da~os todos los pies apeados o rotos durante las operaciones de las especies *Pinus sylvestris* y *Pinus nigra*, vivos o muertos, con di3metro normal superior a los 35 cm. El importe unitario (por pie) de los da~os ser3 de 50 3.
- Se descoparan cinco pies por hect3rea, cortando entre 3 y 5 m de altura. Estos pies estar3n agrupados y ser3n de di3metros medios o superior. Las copas se dejar3n en la zona de ca3da.

Cortas de regeneraci3n en monte alto

La recomendaci3n general para promover la mayor diversidad estructural y espec3fica consiste en adoptar la regeneraci3n natural con un periodo de regeneraci3n lo m3s amplio posible, imitando con los tratamientos selv3colas de regeneraci3n las perturbaciones naturales (Reque, 2008).

Apertura de bosquetes

Las cortas por bosquetes imitan perturbaciones naturales de peque~a intensidad (derribos o roturas de pies) y suelen generar densas regeneraciones. El tama~o de los bosquetes depender3 del temperamento de las especies y del peso y forma de las semillas de las especies objetivo.

Una vez establecida la regeneraci3n puede ser necesario aumentar el tama~o del bosque

Cortas por entresaca

Las cortas por entresaca se aplican para mantener una estructura irregular. Su ejecuci3n es dif3cil ya que implican una detallada labor de se~alamiento sobre todas las

clases diam3tricas presentes en el monte y pueden complicar la comercializaci3n de los productos maderables.

Sin embargo, pueden ser muy interesantes para obtener productos en bosques con altos requerimientos de biodiversidad.

Es importante destacar que las estructuras irregulares no son exclusivas de las especies tolerantes:

Selecci3n de diversas especies en el regenerado

En muchos casos, la regeneraci3n natural que aparece tras perturbaciones naturales o tras las cortas, est3 compuesta por diversas especies arb3reas y arbustivas.

La gesti3n tradicional regularizadora selecciona en los aclareos la especie "principal" en detrimento del resto.

En una gesti3n con objetivos de conservaci3n debe prestarse atenci3n a la selecci3n de individuos del regenerado, ya que se puede "dise"nar" la composici3n espec3fica de la siguiente etapa forestal e, incluso, la de otras sucesivas si se favorecen las especies tolerantes

Condicionado del PLIEGO del aprovechamiento de maderas del MUP 107 de Daroca para 2017

En el cant3n 5 las cortas afectar3n a todos los pies menores de 50 cm. de di3metro normal de cada una de las bosquetes de corta, cuya localizaci3n aproximada se indica en el plano adjunto. Con el fin de mantener la mayor biodiversidad posible se observar3n las siguientes limitaciones:

1. **No se apearan pies vivos de di3metro normal superior a 50 cm.**, por su valor para la conservaci3n de la biodiversidad.
2. No se cortar3n pies vivos o muertos en los que se localicen nidos de aves, incluso en el caso de que los nidos se encuentren abandonados.
3. Se deber3n dejar en pie todos los 3rboles muertos que se encuentren en los rodales donde se van a desarrollar las cortas.

En monte bajo

Resalvos de conversi3n

Consiste en la selecci3n de pies vigorosos, generalmente mediante claras por lo bajo, dejando una densidad de resalvos de 800 a 1.200 pies/ha

Se favorecen especies acompa"nantes y es necesaria la eliminaci3n peri3dica del rebrote y/o entrada de ganado

Tratamiento de monte medio

Busca establecer un piso superior ("resalvía") y otro inferior ("sarda") de pies. La densidad de resalvos puede estar entre 350 a 500 pies/ha

Es conveniente favorecer a las especies acompañantes

Aplicable en montes donde hay alta demanda de leñas y se puede limitar el acceso del ganado

Trabajos complementarios

Mantenimiento de árboles muertos

Por su inter3s para la biodiversidad, se mantendrán un número significativo de pies muertos, evitando las cortas de policía o de secos

Se recomienda seleccionar los pies a mantener de forma dispersa, evitando masas de escasa adaptaci3n estacional, escaso vigor o atacador por plagas o enfermedades (Reque, 2008).

Tratamiento de los restos de corta

Se favorecerán las t3cnicas que eviten la p3rdida de nutrientes, y que se favorecerá la permanencia de madera muerta de grandes dimensiones (diámetro>17cm). Se descartar la quema de restos (Reque, 2008).

Trabajos complementarios para eliminaci3n de árboles

- Apeo sin saca
- Anillado de pies
- Descopado

Trabajos complementarios con árboles vivos

- Mantenimiento de árboles legado

En muchas masas forestales los árboles de diámetro excepcional (mayor de 60 cm) son los supervivientes de antiguos usos silvopastorales (trasmochos, antiguas dehesas) . En otras ocasiones se trata de ejemplares "sobremaduros" o "extracortables" que han permanecido sin cortar por razones diversas.

Estos ejemplares tienen un singular valor desde el punto de vista de la biodiversidad por lo que su mantenimiento es prioritario (Reque, 2008).

- Trasmochado o "Veteranizaci3n" (Schwendtner, O. 2013)

Otros trabajos complementarios sobre estratos inferiores:

- Mantenimiento de pies dominados
- Mantenimiento del estrato arbustivo

El mantenimiento de estrato arbustivo puede tener un efecto de facilitación de la regeneración, a través de la protección de suelos y brinzales, así como protección del regenerado frente a los herbívoros (Reque, 2008)

- Plantaciones de enriquecimiento
- Gestión de la herbivoría

La herbivoría es un proceso natural en los bosques, que condiciona la estructura de los mismos, incrementando la heterogeneidad espacial y la diversidad específica. Para algunos autores, la eliminación total de la herbivoría tiene como consecuencia estructuras del bosque muy cerradas, alejadas de la estructura propia de un bosque maduro que en ocasiones puede hacer aconsejable el mantenimiento o reintroducción de herbívoros, bien domésticos, bien sus equivalentes silvestres (Vermeulen, 2015)

Sin embargo un exceso de presión ganadera puede comprometer la regeneración natural. Muchos rodales en proceso de maduración en España corresponden a antiguos usos silvopastorales hoy abandonados (dehesas), en los que los antiguos pies arbóreos conforman una reserva de madurez. En ausencia de pastoreo, la regeneración prospera sin dificultad, sin embargo la regeneración en estas zonas abiertas es especialmente sensible a los herbívoros. El control de la herbivoría es en estas situaciones muy importante para permitir el desarrollo de los diferentes estratos de vegetación (Reque, 2008).

Actuaciones del Life PINASSA .

- Clara selectiva. Se eliminan árboles de diversos estratos, incluso el dominante, para favorecer a un colectivo en concreto o para generar pequeñas oberturas en el dosel. El peso de la intervención es muy bajo, no se genera madera aprovechable como producto sino que queda en el rodal como madera muerta. Esta intervención puede tener un criterio espacial explícito para favorecer a diferentes colectivos en diferentes partes de un mismo rodal, de manera que la actuación puede tener cierto carácter de irregularización.
- Desbroce selectivo. Se elimina gran parte del estrato arbustivo hasta reducirlo al recubrimiento deseado. Se respetan pequeños golpes distanciados entre ellos, preferentemente con las especies menos inflamables y de menor potencial de crecimiento en altura.
- Generación de madera muerta. Se anillan árboles de porte recto y diámetros gruesos (a partir de 20 cm de Dn) y altura de fuste superior a 4 m. Además, se cortan árboles de más de 15 cm de Dn a una altura de 40 cm del suelo, dejando el árbol tirado en el suelo.
- Quema prescrita en rodales donde se han observado fuegos naturales recurrentes de baja intensidad. Aplicar el fuego de forma extensiva en la unidad de actuación con el fin de conseguir eliminar los estratos arbustivo y herbáceo, así como una poda baja del estrato arbóreo. Los pies dominados que forman parte del combustible de escala también se verán afectados por el fuego en una cierta proporción. El resultado busca rebajar la cobertura de los estratos de superficie en un 60-90% y consumir la mayor parte del combustible muerto de 1, 10 y 100 horas de retardo.

Actuaciones que deben evitarse

Algunas técnicas selvícolas persiguen objetivos contrarios a los que se pretenden en los rodales maduros por lo que como norma general deberían evitarse (Tabla 3). Se trata de aquellas que promueven la simplificación de la masa (regularización, acortamiento de turnos), las que afectan de forma homogénea a grandes superficies (cortas a hecho), las que implican la eliminación selectiva de elementos singulares (como las cortas de policía, el apeo de extracortables o pies muertos, o de mayor diámetro como el huroneo (Reque, 2008) o aquellas que introducen elementos de contaminación genética (plantaciones artificiales; Reque, 2008), o tienden a eliminar la estratificación vertical y la diversidad del sotobosque.

Tabla 3. Actuaciones selvícolas incompatibles con el mantenimiento de la madurez forestal, y atributos de madurez a los que afectan negativamente.

		TÉCNICAS SELVÍCOLAS							
DIVERSIDAD DE ESPECIES	ESTRATIFICACIÓN VERT.	CLAROS	REGENERADO	ÁRBOLES GRANDES	MASA IRREGULAR	MADERA MUERTA EN PIE	MADERA MUERTA SUELO	MICROHÁBITATS	
				X				X	Acortamiento de turnos
			X	X				X	Regularización
			X	X				X	Entresaca por huroneo (cortas diametrales)
X	X		X	X	X	X	X	X	Grandes cortas a hecho
			X		X	X	X	X	Cortas de policía
			X		X	X	X	X	Apeo de "extracortables" y pies muertos
							X	X	Eliminación total de residuos de corta
X	X		X						Regeneración artificial y plantaciones
X	X		X	X	X	X	X	X	Plantación de especies exóticas
X	X								Rozas de matorral

6. REFERENCIAS

- Bauhus, J., K. Puettmann, C. Messier. 2009. Silviculture for old-growth attributes. *Forest Ecology and Management*, 258:525-537
- Brunet J, Fritz 3, Richnau G. 2010. Biodiversity in European beech forests – a review with recommendations for sustainable forest management. *Ecol Bull.* 2010;53:77-94.
- Brunialti G, Frati L, Aleffi M, et al. 2010 Lichens and bryophytes as indicators of old-growth features in Mediterranean forests. *Plant Biosyst - An Int J Deal with all Asp Plant Biol.* 2010;144(1):221-233. doi:10.1080/11263500903560959.
- Burrascano S, Lombardi F, Marchetti M. 2008. Old-growth forest structure and deadwood: Are they indicators of plant species composition? A case study from central Italy. *Plant Biosyst - An Int J Deal with all Asp Plant Biol.* 2008;142(2):313-323. doi:10.1080/11263500802150613.
- Camprodon, J. y E. Plana (Eds.). 2007. Conservaci3n de la biodiversidad, fauna vertebrada y gesti3n forestal. Segunda edici3n revisada y ampliada. Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona.
- D'Amato, A. W., P. F. Catanzaro, and L. S. Fletcher. 2006. Early Regeneration and Structural Responses to Patch Selection and Structural Retention in Second-Growth Northern Hardwoods. *For. Sci.* 61(1):183–189
- D'Amato, A., P. Catanzaro. 2005. Restoring old-growth characteristics. University of Massachusets and The Nature Conservancy
- EUROPARC-Espa1a. 2011. Gu1a de aplicaci3n del est1ndar de calidad en la gesti3n para la conservaci3n en espacios protegidos. Fundaci3n Interuniversitaria Fernando Gonz1lez Bern1ldez para los Espacios Naturales. Madrid. 78 p1ginas.
- EUROPARC-Espa1a.2013. Proyectos de ordenaci3n de montes: Herramientas para la conservaci3n en los espacios protegidos. Ed. Fundaci3n Interuniversitaria Fernando Gonz1lez Bern1ldez para los espacios naturales. Madrid. 80 p1ginas.
- Franklin, J. 1989. Towards a new forestry. *Am. For.* November/December: 37-44
- Gilg, O. 2004. For1ts 1 caract1re naturel: caract1ristiques, conservation et suivi. *Cahiers Techniques de l'ATEN* : 74. ATEN, Montpellier, 96p
- Gillis, A. M. 1990. The new forestry. *BioScience* 40: 558-562.
- Gonz1lez, J. M., Piqu1, M. y Vericat, P. 2006. Manual de ordenaci3n por rodales. Gesti3n multifuncional de los espacios forestales. Centre Tecnol3gic i Forestal de Catalunya.
- Hansen, A. J.; T. A. Spies, F. J. Swanson, and J. L. Ohmann. 1991. Conserving Biodiversity in Managed Forests. Lessons from natural forests. *BioScience*, 41(6):382-392
- Jactel H., Gritti E. S., Dr3ssler L., Forrester D. I., Mason W. L., Morin X., Pretzsch H., Castagneyrol B., 2018. Positive biodiversity–productivity relationships in forests: climate matters. *Biology Letters*, 2018; 14 (4): 20170747 DOI: 10.1098/rsbl.2017.0747

- Jim3nez, F.J., F.J. Gordo, A. Gonz3lez. Manual sobre criterios de gesti3n forestal compatible con la conservaci3n de las especies de aves y quir3pteros asociados a h3bitats forestales. Junta de Castilla y Le3n.
- Keeton W.S. 2006. Managing for late-successional/old-growth characteristics in northern hardwood-conifer forests. *For Ecol Manage.* 2006;235(1-3):129-142
- Keeton, W. S. 2005. Managing for old-growth structure in northern hardwood forests. *Proceedings of the 6th Eastern Old Growth Forest Conference*, pp. 6–11. http://www.masswoods.net/pdf/managing_og_structure_keeton.pdf
- Liang J., Crowther T. W., Picard N. et al (2016). Positive biodiversity-productivity relationship predominant in global forests. *Science* 354:196
- Mallarach, J.M. Montserrat y J. Vil3. 2013. Reptes per preservar els boscos madurs a Catalunya. II Jornades sobre boscos madurs. Santa Coloma de Farners, 11 i 12 d'abril de 2013. Instituci3 Catalana d'Hist3rica Natural
- Mansourian, S., Rossi, M., Vallauri, D., 2013. Ancient Forests in the Northern Mediterranean: Neglected High Conservation Value Areas. Marseille: WWF France, 80 p.
- Mart3n Herrero J. 2003. La ordenaci3n de montes con objetivos de conservaci3n. *Actas de la III Reuni3n sobre Regeneraci3n Natural-IV Reuni3n sobre Ordenaci3n de Montes*. *Cuad. Soc. Esp. Cien. For.*; 15:197-224
- Reque JA. *Selvicultura en espacios naturales protegidos. Compendio de Selvicultura Aplicada en Espa1a* 2008. Ministerio de Educaci3n y Ciencia-INIA/Fundacion Conde del Val Salazar.:1005-1035.
- Ruiz-Benito P.; G3mez-Aparicio L., Paquette A., Messier C., Kattge J., Zaval, M. A., 2014. Diversity increases carbon storage and tree productivity in Spanish forests. *Global Ecol Biogeogr* 23:311-322
- Sabatini F.M., Burrascano S., Keeton W.S., et al. 2018. Where are Europe's last primary forests? *Divers Distrib.*;24:1426–1439. <https://doi.org/10.1111/ddi.12778>
- Schwendtner, O. 2007. La selvicultura de conservaci3n de los procesos: un modelo de gesti3n forestal sostenible. *Navarra Forestal*, 18:13-18
- Schwendtner, O. 2012. Gesti3n selv3cola de hayedos en Navarra. Primera parte: la gesti3n tradicional. *Navarra Forestal*, 31:10-13
- Schwendtner, O. 2013 Gesti3n selv3cola de hayedos en Navarra. Tercera parte: los hayedos maduros como referencia para la gesti3n selv3cola. *Navarra Forestal*, 33:9-13.
- Schwendtner, O. 2013. Gesti3n selv3cola de hayedos en Navarra. Segunda parte: consideraciones para compatibilizar conservaci3n y producci3n. *Navarra Forestal*, 32:8-12
- Schwendtner, O. 2013. Gesti3n selv3cola de hayedos en Navarra. Tercera parte: los hayedos maduros como referencia para la gesti3n selv3cola. *Navarra Forestal*, 33:14-18
- Schwendtner, O. 2013. Formaci3n sobre gesti3n de 3rboles viejos: Proyecto VETree. *Navarra Forestal*, 33:14-18

- Serrada, J. 2017. La elecci3n del tratamiento selv3cola y los obst3culos para aplicarlo. Cuad. Soc. Esp. Cienc. For, 43:91-110
- T3scar P.A. 2015. Modelo de ciclo forestal para la gesti3n sostenible de los bosques de *Pinus nigra* subsp. *salzmannii* deducido a partir de datos dendrocronol3gicos. Ecosistemas; 24(2):30-36.
- T3scar, P.A., A.D. Garc3a-Abril, M. Aguilar, A. Sol3s. 2015. Gesti3n Forestal Pr3xima a la Naturaleza: potencialidades y principios para su aplicaci3n en los pinares de montaa mediterr3neos como medida de adaptaci3n al cambio clim3tico. En: Herrero, A. y M.A. Zavala (editores). Los bosques y la Biodiversidad frente al cambio clim3tico: impactos, vulnerabilidad y adaptaci3n en Espaaa. Ministerio de Agricultura, Alimentaci3n y Medio Ambiente, Madrid.
- Torras O, Saura S. 2008. Effects of silvicultural treatments on forest biodiversity indicators in the Mediterranean. For Ecol Manage. 2008;255(8-9):3322-3330. doi:10.1016/j.foreco.2008.02.013.
- Vermeulen, R. 2015. Natural grazing. Practices in the rewilding of cattle and horses. Rewilding Europe, Nijmegen, The Netherlands.
- Vil3 M., Carrillo-Gavil3n A., Vayreda J., Bugmann H., Fridman J., 2013. Disentangling Biodiversity and Climatic Determinants of Wood Production. PLoS ONE 8(2): e53530. doi:10.1371/journal.pone.0053530

7. ANEJO: CASOS PILOTO

PROYECTO	OBJETIVOS PRINCIPALES	BOSQUE	TRATAMIENTO
<u>LIFE RENAIX EL BOSC.</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Vigorización de las masas • Eliminación de competencia 	<i>Tilia platyphyllos</i> <i>Ulmus glabra</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Resalveos • Apertura de ruedos de liberación • Desbroces selectivos
<u>Tratamientos silvícolas para regular la competencia en bosques de "Taxus baccata", en el marco del proyecto LIFE TAXUS.</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Vigorización de las masas • Mejora de la capacidad de reclutamiento • Resiliencia frente al cambio climático y fuego 	<i>Taxus baccata</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Claras selectivas (fuertes o moderadas) • Poda de ramas de árboles grandes • Eliminación de competencia de leñosas alóctonas
<u>Intervenciones selvícolas para mejorar la vitalidad y la producción y reducir el riesgo de incendios en el marco del proyecto LIFE+ SUBER</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Vigorización de las masas • Resiliencia frente al cambio climático 	<i>Q. suber</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Entresaca en bosques irregulares • Desbroces selectivos • Tratamiento de los restos de poda
<u>Adecuación de estructuras forestales para pino mediano (<i>Dendrocopos medius</i>). LIFE+ Pro-Izki</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Evolución hacia madurez 	<i>Q. pyrenaica</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Clareos selectivos de arbolado joven • Desbroces de matorral • Podas de ramas bajas y finas tras clareo • Mantenimiento de la madera muerta en suelo
<u>Intervenciones selvícolas en masas de monte bajo de <i>Quercus pyrenaica</i> en los montes de la Sierra del Moncayo</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Vigorización de las masas • Mejora del estado de conservación del HIC 9230 • Resiliencia frente a stress hídrico 	<i>Q. pyrenaica</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Resalveos • Eliminación de competencia (haya) • Mantenimiento de madera muerta en el suelo
<u>Resalveos en monte bajo adulto de roble pubescente ("<i>Quercus pubescens</i>" Willd.)</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Vigorización de masa • Resiliencia frente al cambio climático y fuego • Mejora de la producción de bellota 	<i>Q. pubescens</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Resalveo de conversión de peso moderado • Poda baja de los pies remanentes • Desbroce selectivo de matorral • Eliminación de restos por trituración
<u>Realización de claras frecuentes y suaves en bosques cantábricos de frondosas.</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Resiliencia frente al cambio climático • Aumento de la 	<i>Q. petraea</i> <i>Fagus sylvatica</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Claras • Apertura de claros • Entresacas

	biodiversidad		
<u>Actuaciones para la gestión forestal adaptativa en el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama</u>	<ul style="list-style-type: none"> Adaptación al cambio climático 	<i>Q. ilex</i>	<ul style="list-style-type: none"> Plantación
<u>Gestión adaptativa en encinar en Requesens (prueba piloto LIFE MEDACC)</u>		<i>Q. ilex</i>	
<u>Implantaciones de frondosas para diversificación de laderas de pinar de repoblación</u>	<ul style="list-style-type: none"> Favorecer regeneración y sustitución por quercíneas Adaptación al cambio climático 	<i>Q. ilex</i> <i>Q. faginea</i>	<ul style="list-style-type: none"> Clareos con apeo manual Poda de la masa residual Siembra y plantación manual mediante ahoyado
<u>Resalveos de conversión en montes bajos envejecidos de encina ("Quercus ilex subsp. ballota")</u>	<ul style="list-style-type: none"> Dinamización de masas Resiliencia frente al cambio climático 	<i>Q. ilex</i> <i>Q. rotundifolia</i>	<ul style="list-style-type: none"> Resalveos de conversión en monte bajo de pesos variables
<u>Gestión adaptativa en bosque de pino silvestre en Montesquiú (prueba piloto LIFE MEDACC).</u>	<ul style="list-style-type: none"> Vigorización de la masa forestal Aceleración de la sustitución por planifolios 	<i>P. sylvestris</i>	<ul style="list-style-type: none"> Desbroces Clareos Cortas selectivas
<u>Modelo de gestión forestal sostenible de los Montes de Valsain (OAPN).</u>	<ul style="list-style-type: none"> Producción forestal Servicios ecosistémicos Protección de biodiversidad 	<i>P. sylvestris</i> <i>Q. pyrenaica</i>	<ul style="list-style-type: none"> Cortas por lo bajo (robleal) Aclareos por bosquetes (pinar) Cortas sanitarias por huroneo (masas mixtas) Mantenimiento de cuarteles de protección
<u>Proyecto de ordenación del grupo de montes de Cosuenda (Zaragoza)</u>	<ul style="list-style-type: none"> Conservación de HIC Vigorización de masas Adaptación al cambio climático Preservación servicios ecosistémicos 	<i>P. pinaster</i> <i>P. nigra</i> <i>P. halepensis</i> <i>Q. petraea</i> <i>Q. ilex</i> <i>Q. faginea</i>	<ul style="list-style-type: none"> Cortas de regeneración (pinar) Clareos (pinar) Resalveos (encinar/quejigar) Clareo y resalveo combinado (resinares) Establecimiento de cuartel de reserva
<u>Actuaciones selvícolas de mejora del hábitat, estructura y biodiversidad en bosques de pino laricio, en el marco del proyecto LIFE PINASSA.</u>	<ul style="list-style-type: none"> Mejora de heterogeneidad Evolución hacia madurez Resiliencia frente a incendios y cambio climático 	<i>P. nigra</i>	<ul style="list-style-type: none"> Clareos bajos y mixtos (masas regulares jóvenes) Cortas preparatorias (masas regulares adultas) Entresacas de selección por bosquetes (masas irregulares) Desbroces selectivos (vulnerabilidad fuego) Favorecimiento elementos biodiversidad

<u>Actuaciones selvícolas estratégicas para la prevención de grandes incendios forestales en los bosques de "Pinus nigra", en el marco del proyecto LIFE PINASSA.</u>	<ul style="list-style-type: none"> Resiliencia frente al fuego 	<i>P. nigra</i>	<ul style="list-style-type: none"> Clareos bajos Desbroces selectivos Quemas prescritas
<u>Conservación de bosques de "Pinus nigra" adultos adaptados al régimen natural de fuegos, en el marco del proyecto LIFE PINASSA.</u>	<ul style="list-style-type: none"> Aumento de resiliencia frente al fuego 	<i>P. nigra</i>	<ul style="list-style-type: none"> Quemas prescritas Generación de madera muerta en pie y en suelo
<u>Conservación y puesta en valor de rodales singulares de "Pinus nigra", en el marco del proyecto LIFE PINASSA.</u>	<ul style="list-style-type: none"> Evolución hacia madurez 	<i>P. nigra</i>	<ul style="list-style-type: none"> Desbroces selectivos Clareos Generación de madera muerta en pie y en suelo
<u>Gestión adaptativa en bosque de pino laricio en el Solsonès (pruebas piloto LIFE MEDACC y LIFE DEMORGEST).</u>	<ul style="list-style-type: none"> Aumento de resiliencia frente al fuego Vigorización de la masa forestal 	<i>P. nigra</i>	<ul style="list-style-type: none"> Desbroces y claras de baja / alta intensidad
<u>Clareo con selección de árboles de provenir sobre regenerado post-incendio de elevada densidad de pino carrasco en el Parque Regional del Sureste (Madrid).</u>	<ul style="list-style-type: none"> Mejora de heterogeneidad Resiliencia frente a cambio climático 	<i>P. halepensis</i>	<ul style="list-style-type: none"> Clareos en pies de provenir Mantenimiento de madera muerta en suelo
<u>Tratamientos para el incremento de la diversidad en masas artificiales de "Pinus halepensis".</u>	<ul style="list-style-type: none"> Vigorización de las masas Mejora del estado de conservación Adaptación al stress hídrico 	<i>P. halepensis</i>	<ul style="list-style-type: none"> Diversos tipos de clara (semisistemática, selectivas, sin actuación) de naturaleza (mixta, mixta-alta, baja) y pesos distintos
<u>Intervenciones selvícolas en el marco del proyecto Life FAGUS (Italia).</u>	<ul style="list-style-type: none"> Aumento de heterogeneidad estructural Fomento de la biodiversidad asociada 	<i>Fagus sylvatica</i>	<ul style="list-style-type: none"> Clareos de tamaño variable Destoconado y derribo de árboles Generación de cavidades (microhábitats)
<u>Evolución del palmito ("Chamaerops humilis") en una parcela de pinar en el Parque Natural del Montgó, mediante eliminación de competencia.</u>	<ul style="list-style-type: none"> Mejora del hábitat 	<i>Chamaerops humilis</i>	<ul style="list-style-type: none"> Clareos

