



Estimacion de la biomasa movilizable en los municipios turolenses

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1	El proyecto Aragón infoenergía	1
1.1	El Proyecto Aragón Infoenergía, cambio climático, biomasa y empleo.	1
1.2	Objetivo general del proyecto Aragón Infoenergía.....	1
1.3	Objetivos específicos del proyecto Aragón Infoenergía.....	1
2	Objetivos de este estudio	2
3	La valorización de la biomasa en Europa, España y Aragón.....	5
3.1	Participación de la Biomasa en el Mix energético europeo	5
3.2	Participación de la Biomasa en el MIX energético español.	9
3.3	El potencial de la biomasa en los montes españoles	11
4	La valorización energética de la biomasa.....	13
4.1	La importancia de la bioenergía.....	13
4.2	Biomasa para uso eléctrico/cogeneración.....	14
4.3	Biomasa para uso térmico.	14
4.4	Análisis DAFO.....	15
4.5	Los cuellos de botella en el desarrollo de la biomasa	17
5	Los beneficios indirectos de la valorización energética de la biomasa.	19
5.1	Introducción	19
5.2	Beneficios biomasa en la economía	20
5.3	La biomasa como motor del desarrollo rural.....	21
5.4	Biomasa generadora de empleo.....	22
5.5	Beneficios medioambientales del aprovechamiento de la biomasa	24
5.6	Propuesta de actuaciones	30
6	Promocionar el uso y demanda de la biomasa.....	31
6.1	Priorizar el apoyo a la puesta en marcha de instalaciones de uso de la biomasa térmica para el desarrollo territorial.....	31
6.2	Mercado objetivo del aprovechamiento térmico de la biomasa.	32
6.3	Medidas de apoyo a la demanda de distintos sistemas de valorización energética de la biomasa.	32
6.4	Recomendaciones para mejorar la comunicación y la promoción.....	35

6.5	Encuesta ayuntamientos tema potenciales instalaciones de valorización de la biomasa en los ayuntamientos.	36
7	Necesidad y propuestas para incrementar los aprovechamientos madereros en teruel y para favorecer la gestión forestal sostenible y el desarrollo rural.	38
7.1	La situación crucial de las formaciones arboladas de Teruel.	38
7.2	La biomasa como una posible palanca para el desarrollo de los municipios de la provincia de Teruel con más recursos y su entorno.	38
7.3	Las limitaciones administrativas a la movilización de recursos.	39
7.4	La extracción de la madera en España en comparación con Europa. .	40
7.5	Problemas actuales de la gestión forestal en Aragón y particularmente en Teruel	41
7.6	Medidas y mejoras a llevar a cabo para incrementar la movilización de madera y biomasa y facilitar una gestión efectiva de los montes en Aragón. 44	
7.7	Problemas de enfoque que dificultan la movilización de los recursos biomásicos	50
7.8	Otras dificultades para la movilización de este recurso y forma de sortearlo.	51
7.9	Movilización de los recursos biomásicos en propiedades privadas.	52
8	Ámbito del Estudio	53
9	Caracterización y estudio de las principales formaciones arbóreas en relación a los tratamientos selvícolas recomendables a ejecutar y la biomasa efectiva explotable.	55
9.1	Introducción	55
9.2	Los objetivos de los tratamientos selvícolas con aprovechamiento biomásico	55
9.3	Principales tratamientos selvícolas y sus sistemas logísticos.	56
9.3.1	Clareos	56
9.3.2	Claros o resalveos.	57
9.3.3	Últimas claras y cortas finales en terrenos suaves.	57
9.4	Recursos biomásicos de las formaciones arbóreas.	58
9.5	Modelos de gestión selvícola compatibles con el aprovechamiento biomásico.	61
10	Itinerarios selvícolas para masas de pinar en teruel	64
10.1	Tratamientos selvícolas en pinares.	64

10.2	Selvicultura en pinares de pino rodeno (<i>Pinus pinaster</i>)	66
10.3	Selvicultura en pinares de pino silvestre	74
10.4	Selvicultura en pinares de carrasco	81
10.5	Selvicultura del pino salgareño, <i>Pinus nigra</i> arn,sspp. Salzmannii..	89
11	Itinerarios silvícolas para formaciones del género <i>Quercus</i>	96
11.1	Selvicultura de las formaciones del género <i>Quercus</i>	96
11.2	Tratamiento de monte bajo regular adaptado para producir leña con producción intermedia de biomasa verde.	98
11.3	Intinerarios silvícolas propuestos para Rebollares, quejigares y encinares de calidad intermedia a baja en masas de monte alto estructural. 101	
11.4	Quejigares y encinares gestionados en monte alto abierto en estaciones de mayor carácter protector.	102
11.5	Rebollares, quejigares y encinares en monte bajo con resalveos..	103
11.6	Rebollares, quejigares y encinares adehesados.....	104
11.7	Podas de Rebollares, quejigares y encinares adehesados.	105
12	Modos y costes de la explotación de biomasa forestal	107
12.1	Los sistemas de explotación de la biomasa más empleados.....	107
12.2	Principales factores para la estimación del coste de obtención de la biomasa forestal.	109
12.3	Principales costes horarios de personal y maquinaria que interviene en la movilización de la biomasa.	109
12.3.1	Costes medios de mano de obra.....	109
12.3.2	Costes horarios de la maquinaria empleada.	110
12.4	Condicionantes de la explotación forestal sostenible con aprovechamiento comercial de biomasa.	111
12.5	Condicionantes mínimos	111
12.6	Sistema general operacional en aprovechamientos biomásicos. ...	112
12.7	Desembosque de biomasa.....	114
12.8	Red viaria e infraestructuras de monte	116
12.9	Procesar o no la madera en el monte. Los cargaderos.	117
12.10	Rendimiento y productividad de las astilladoras.	118
12.11	Elección medio de transporte.....	120

12.12	Recomendaciones para considerar los potenciales impactos medioambientales en estos aprovechamientos.....	121
12.13	Trabajos y costes para la realización de aprovechamientos de biomasa en formaciones densas del género <i>Quercus</i>	124
12.14	Estimación de costes de procesado de biomasa en pinares realizados por la Cátedra de aprovechamientos de la Universidad Politécnica de Madrid.	125
12.15	Calidad de la biomasa	127
12.16	Experiencias de estudio de costes de procesado de biomasa en el norte de España y países del entorno.	127
12.17	Resultados estudio de costes de aprovechamiento biomásico en Castilla y León.....	133
12.18	Costes de cortas de regeneración de pinares con motosierra y desembosque con skidder.	137
12.19	Costes orientativos de biomasa forestal secundaria y recuperada.....	139
12.20	Los intervalos de costes de la biomasa forestal.....	140
12.21	Potencial de reducción de los costes de la biomasa	143
12.22	Precios pagados por la industria por estos recursos.....	145
13	La estimación de la biomasa forestal disponible en los municipios de la provincia de Teruel.	146
13.1	Fuentes de la biomasa forestal.	146
13.2	Valores de estimación de la biomasa de los ecosistemas forestales españoles.	148
13.3	Tesis Doctoral "Evaluación del potencial energético de los bosques de Teruel mediante teledetección y SIG de Alberto García Martín.	148
13.4	Resultados del potencial de biomasa en la provincia de Teruel realizado por la Universidad de Zaragoza.	150
13.5	Metodología para la estimación de la biomasa forestal total seguida por el IDAE.	153
13.5.1	Introducción	153
13.5.2	Los valores medios de los itinerarios selvícolas.	153
13.5.3	Ponderación con el coeficiente de productividad	154
13.5.4	Poder calorífico de las principales especies forestales turolenses	156
13.5.5	Coeficiente medio de cortas.....	156
13.5.6	Estimación de la biomasa forestal accesible y disponible	157

13.6	Estimación de la biomasa forestal disponible de este estudio.....	158
13.6.1	Definición.....	158
13.6.2	Las limitaciones por pendiente.....	159
13.6.3	Limitaciones por rentabilidad económica.....	159
13.7	Superficies forestales consideradas.....	160
13.8	Estimación de número de pies por hectárea de las principales formaciones arbóreas turolenses con interés biomásico.....	162
13.9	Volumen con corteza por hectárea de todas las especies en la provincia de Teruel.....	163
13.10	Crecimiento por hectárea de las principales formaciones arbóreas de la provincia de Teruel.....	164
13.11	Datos medios de las principales formaciones densas por especie principal por estratos del IFN 3.....	166
13.12	Itinerarios selvícolas medios para el aprovechamiento de restos y árboles completos procedentes de tratamientos selvícolas y cortas a llevar a cabo en masas forestales.....	167
13.13	Propiedad de los montes turolenses.....	169
13.14	Aproximación al potencial de movilización de biomasa forestal en las distintas formaciones arboladas densas de Teruel.....	171
13.14.1	Metodología de cálculo.....	171
13.14.2	Productividad potencial de biomasa anual aprovechable en formaciones densas de Pino silvestre.....	171
13.14.3	Productividad potencial de biomasa anual aprovechable en formaciones densas de Pino salgareño.....	172
13.14.4	Productividad potencial de biomasa anual aprovechable en formaciones densas de Pino rodeno.....	172
13.14.5	Productividad potencial de biomasa anual aprovechable en formaciones densas de Pino carrasco.....	173
13.14.6	Productividad potencial de biomasa anual aprovechable en formaciones densas de encinar.....	174
13.14.7	Productividad potencial de biomasa anual aprovechable en formaciones densas de quejigar o melojar.....	174
13.14.8	Productividad potencial de biomasa anual aprovechable en formaciones densas de chopera.....	175
14	Experiencias de aprovechamiento biomásico en espacios protegidos..	176
14.1	El proyecto BioEUParks.....	176

14.2	La gestión forestal sostenible en los EUParks.....	178
14.3	Estrategias de los gestores de los parques para movilizar el sector en pro de los bosques.....	179
15	Fórmulas de financiación de los proyectos de biomasa	184
15.1	Introducción.....	184
15.2	Caso navarro de respaldo autonómico al sector	184
15.3	Programa de Préstamos mediante Bonos Garantizados	185
15.4	Bonos de Impacto Social.....	186
15.5	Custodia del territorio.....	187
15.6	La necesidad del asociacionismo en los montes privados.....	188
15.7	Agrupación de montes con características homogéneas	189

1 EL PROYECTO ARAGÓN INFOENERGÍA

1.1 El Proyecto Aragón Infoenergía, cambio climático, biomasa y empleo

El proyecto de cooperación entre grupos **Aragón Infoenergía cambio climático, biomasa y empleo** pretende "informar", "asesorar" e "incentivar" a los ayuntamientos, empresas turísticas, agroalimentarias sobre como redirigiese a un **nuevo modelo energético sostenible**, implementando energías renovables y eficiencia energética en cada uno de los territorios socios, creando nuevos modelos energéticos y con el fin de crear empleo local.

Los socios de este proyecto son 8 Grupos de Acción Local, que serían: Bajo Aragón Matarraña (coordinador del proyecto), Adibama, Adecobel, Adri Teruel, Agujama, Asiader, Adri Jiloca Gallocanta y Asomo.

1.2 Objetivo general del proyecto Aragón Infoenergía.

El objetivo general es impulsar en equipo el desarrollo de los territorios participantes a través de una estrategia de fomento del ahorro y la eficiencia energética, aprovechando los recursos locales, fuentes endógenas, con el afán de **conjugar el estudio de los recursos de biomasa**, energía solar, hidráulica, y eólica que poseen los territorios, **con los puntos de consumo**, instalaciones adaptadas y crear centros logísticos estratégicos.

1.3 Objetivos específicos del proyecto Aragón Infoenergía.

- Fomentar el ahorro y la eficiencia energética, en las entidades locales y las empresas agroalimentarias, turísticas y de las que demandan más energía.
- Mejorar la competitividad de las empresas minorando los costes energéticos y fomentando el uso de fuentes locales renovables.
- **Facilitar el conocimiento y el uso de biomasa como fuente renovable y generadora de empleo.**
- Sensibilizar y fomentar **acciones en favor de una nueva cultura energética y en favor de mitigar el cambio climático.**

2 OBJETIVOS DE ESTE ESTUDIO

La finalidad general de este estudio es informar a los municipios y al territorio concernido de las **bases para la puesta en valor de los recursos de biomasa del territorio al objeto de disminuir la dependencia energética, generar rentas a los propietarios, crear empleo y desarrollar una economía baja en carbono**. También se considera estratégico servirse de la movilización y puesta en valor de la biomasa forestal para favorecer la gestión de las formaciones arboladas que suponen un recurso de primer orden en buena parte de este territorio tanto paisajístico, como turístico, como económico y como potencial fuente de trabajo. Para ello se considera que se deben analizar e informar de las siguientes temáticas que se han integrado en distintos capítulos que se presentan a continuación, y son:

- **Capítulo 3.** Donde se sitúa en primer lugar la **situación y evolución** del sector de la Biomasa en **tres diferentes ámbitos geográficos** como son: **Europa, España y Aragón**. Es importante hacer este análisis pues nos va a dar pistas del potencial de este sector al comparar con territorios con evidentes semejanzas y donde el sector presenta una situación netamente diferente en función de las distintas políticas implementadas y podremos explorar las buenas prácticas locales que han seguido para haber permitido avanzar al sector.
- **Capítulo 4.** Donde no por ya muy conocido es importante recordar la **importancia del desarrollo** del sector **de la biomasa** para **garantizar un mix energético en España bajo en emisiones de carbono y con garantía de suministro**. En este sentido es importante recordar la importancia de movilizar este recurso para reemplazar en cierta medida las importantes bajas en aportación al mix del carbón y como energía renovable complementaria a las otras que garantiza la continuidad del suministro por ser de producción controlable. También se recuerda las dos principales uso energético de la biomasa ya sea el térmico o el eléctrico.
- **Capítulo 5.** Si un capítulo merece especial atención es la **puesta en valor de todos los beneficios medioambientales, económicos y de desarrollo rural que tiene el despegue y crecimiento de la bionergía de origen forestal**. Y en este sentido se considera estratégica para el desarrollo de muchos territorios de la provincia de Teruel y para garantizar su futuro la protección que da a los paisajes la integración de forma destacada del aprovechamiento biomásico dentro de la política de defensa frente a los incendios. En estos momentos de final del verano tenemos noticias de la catastrófica repercusión que tiene el no tener unos montes en buenas condiciones frente a los incendios forestales. El aprovechamiento biomásico es de primera

prioridad para garantizar unas formaciones arboladas para un uso múltiple y menos frágil frente a los incendios.

- **Capítulo 6.** Y si hay un **gran lastre** que esta **cercenando el desarrollo de este sector** es el **importante déficit de demanda de la biomasa como fuente energética** pese a ser una interesante opción tanto económica como social. Se trata de un recurso local infrautilizado, que es tan necesario movilizar, y vital para una economía circular por diferentes motivos. En este sentido se apunta la necesidad de promocionar intensamente su utilización para facilitar su movilización y para ello es muy necesario una buena información de lo que se encargará específicamente el estudio que se está también realizando de los **sistemas de valorización de la biomasa**.
- **Capítulo 7.** En este capítulo se revisa el gran interés que hay en movilizar los recursos madereros y de la biomasa en las áreas más forestales de Teruel y Aragón, poniéndolo en comparación con la realidad en otros territorios. **Se analizan los problemas que existen para esta movilización y sus posibles soluciones, que pasan en gran medida por la concepción de una política forestal ambiciosa y enfocada a la acción.** Es muy importante ser consciente de los frenos que existen para esta movilización para buscar y negociar salidas para que el sector despegue porque es hora de actuar de forma decidida.
- **Capítulo 8.** **Se describe el ámbito territorial de este estudio** una vez se ha podido centrar e informar correctamente sobre las realidades del sector de la biomasa y su importancia para el desarrollo rural de territorios como el concernido en este estudio.
- **Capítulo 9.** Se analizan en general para los **tratamientos silvícolas más generales, a aplicar a las distintas masas forestales que nos podemos encontrar en la provincia de Teruel**, el posible destino de sus productos con la parte de biomasa que se estima se podría movilizar de forma media en los mismos.
- **Capítulo 10.** Se analiza en este capítulo la **selvicultura media que se suele hacer en los pinares más comunes en la provincia de Teruel y la posible movilización de biomasa** que pueden suponer por término medio los aprovechamientos forestales recomendables en estas formaciones (pinares de silvestre, salgareño, rodeno y carrasco). También se hacen recomendaciones en relación a los sistemas de trabajo para la ejecución de los aprovechamientos que suelen ser mixtos de madera y biomasa en los pinares de mayor calidad o exclusivamente de biomasa en el resto.
- **Capítulo 11.** Se analiza en este capítulo la **selvicultura media que se suele hacer en las formaciones arboladas con importante presencia del género *Quercus* en la provincia de Teruel y la posible movilización de biomasa** que pueden suponer por término medio los aprovechamientos forestales recomendables en estas

formaciones. También se hacen recomendaciones en relación a los sistemas de trabajo para la ejecución de los mismos.

- **Capítulo 12.** Se analiza a continuación de la descripción de los aprovechamientos forestales que se proponen para las distintas formaciones existentes en la provincia de Teruel los **costes estimados de los aprovechamientos de biomasa en distintas situaciones en función de un análisis de estudios y casos reales** para situaciones del territorio o con circunstancias parecidas a las aquí existentes.
- **Capítulo 13.** En virtud de la información de los capítulos anteriores de caracterización de la silvicultura media de las distintas formaciones arbóreas y del trabajo de cartografía de las mismas se presentan las **estimaciones que se han realizado de los recursos biomásicos de la provincia de Teruel** por distintos estudios que se han realizado para aproximarse a esta realidad y que nos dan una **idea del gran potencial que tiene la provincia**. Finalmente aparece la propuesta de estimación de este estudio que consideramos que se aproxima con mayor realidad a los recursos potencialmente disponibles llevando a cabo una gestión sostenible de los recursos biomásicos.
- **Capítulo 14.** Se presentan las **estimaciones que se han realizado de los recursos biomásicos de naturaleza agrícola de la provincia de Teruel**.
- **Capítulo 15.** Se considera de enorme importancia el **tratar específicamente la gestión de las formaciones arboladas en espacios protegidos** porque en muchos casos se tiende a autoexcluir los tratamientos selvícolas en estas formaciones donde por el contrario se considera es muchas veces una necesidad de gestión de primer nivel y que con la valorización de sus productos, particularmente los biomásicos, se puede posibilitar las mejoras que necesitan. Se han **recogido varias experiencias favorables desarrolladas en Europa**.
- **Capítulo 16.** Finalmente se ha considerado de gran interés, siendo un tema puente entre el inventario de recursos y su posible movilización y el trabajo con la demanda de proyectos de valorización energética, la **presentación de fórmulas y herramientas para facilitar la viabilidad técnica y económica de estos proyectos** ya sea para conseguir su financiación o formular una forma administrativa de gestión o forma de agrupación o trabajo que haga el proyecto viable.

3 LA VALORIZACIÓN DE LA BIOMASA EN EUROPA, ESPAÑA Y ARAGÓN.

3.1 Participación de la Biomasa en el Mix energético europeo

Como se puede observar en el gráfico 1, que se presenta a continuación, en la Unión Europea en el año 2015 la participación de la biomasa en el mix energético europeo se debía principalmente por su aportación como calor para la calefacción y el agua caliente (ACS). Tenía cierta participación en la producción eléctrica, nada desdeñable en comparación con otras energías alternativas, y en el transporte su participación era muy reducida y debida principalmente a los combustibles desarrollados a partir de cultivos agrícolas energéticos.

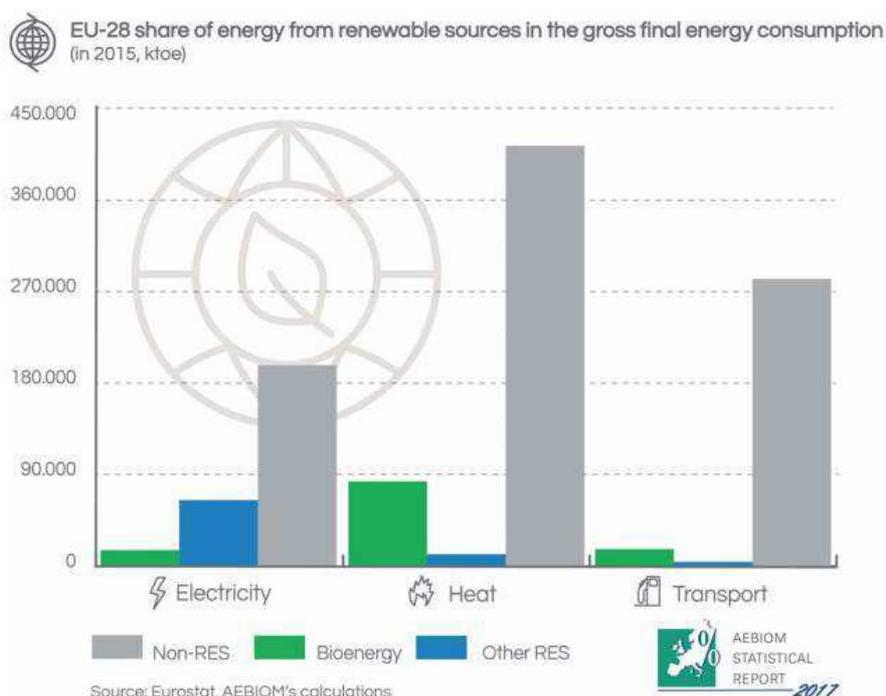


Gráfico 1: Participación de la bionergía en el mix energético europeo. Fuente AEBION.

Como se puede observar en el gráfico 2 el tipo de biocombustible que aporta mayor proporción de la energía calorífica producida en Europa en el año 2015 proviene de residuos sólidos de combustibles biomásicos como restos forestales, agrícolas o de la valorización energética de los residuos sólidos de la industria. Es en este sentido, se considera muy importante la aportación del combustible de origen forestal en calefacciones y producción de electricidad en áreas como los países nórdicos o los del arco alpino. Lo que muestra el gráfico es que la biomasa es una opción muy recurrida de países con un alto grado de desarrollo que ven en esta antigua fuente de energía una opción con mucho futuro y de gran interés económico, social y medioambiental. Es un ejemplo para provincias tan forestales como Teruel el camino emprendido en estos territorios del uso de la biomasa para mejorar las formaciones arboladas en espacios de gran interés natural y ecoturístico de montaña.

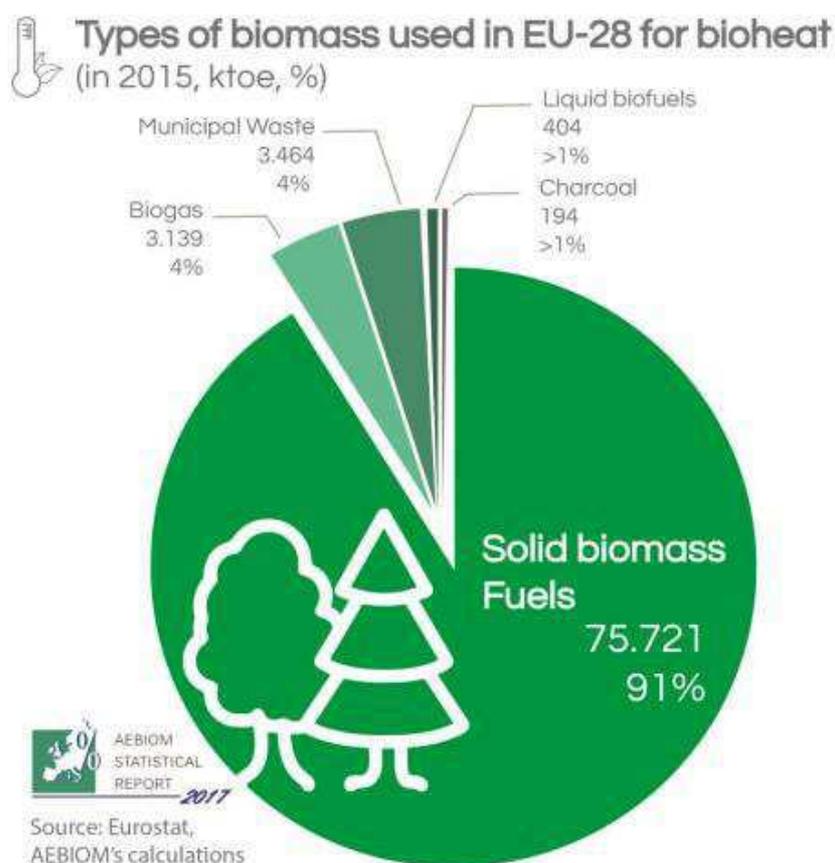


Gráfico 2: Reparto de la aportación por distintas fuentes de calor biomásico en Europa. Fuente AEBION.

Europa, y especialmente España, se encuentra en un ciclo temporal, de ya **varios decenios, acumulando un importante stock de recursos madereros y biomásicos de sus montes.** Ello se debe a que realiza unos aprovechamientos madereros muy por debajo del crecimiento de las masas arboladas nacionales en territorios forestales de interior como Teruel. El efecto es que se va incrementando las superficies forestales en estos territorios por el abandono del medio rural y la bajada de la ganadería extensiva y se van densificando y acumulando combustibles las formaciones arboladas. El incremento de superficies forestales se debe al abandono que están sufriendo los montes que facilita la colonización de antiguos terrenos de pastizales, matorrales o incluso pequeñas parcelas agrícolas debido a la ausencia de una gestión sostenida e integral de los crecimientos de estas formaciones. Pero si bien en algunas formaciones esta capitalización de existencias es interesante, como en áreas muy degradadas con bajas coberturas y alto riesgo de erosión, en muchas formaciones estas densidades suponen serios riesgos de colapso, incendios forestales, plagas, afecciones por riesgos naturales, etc.

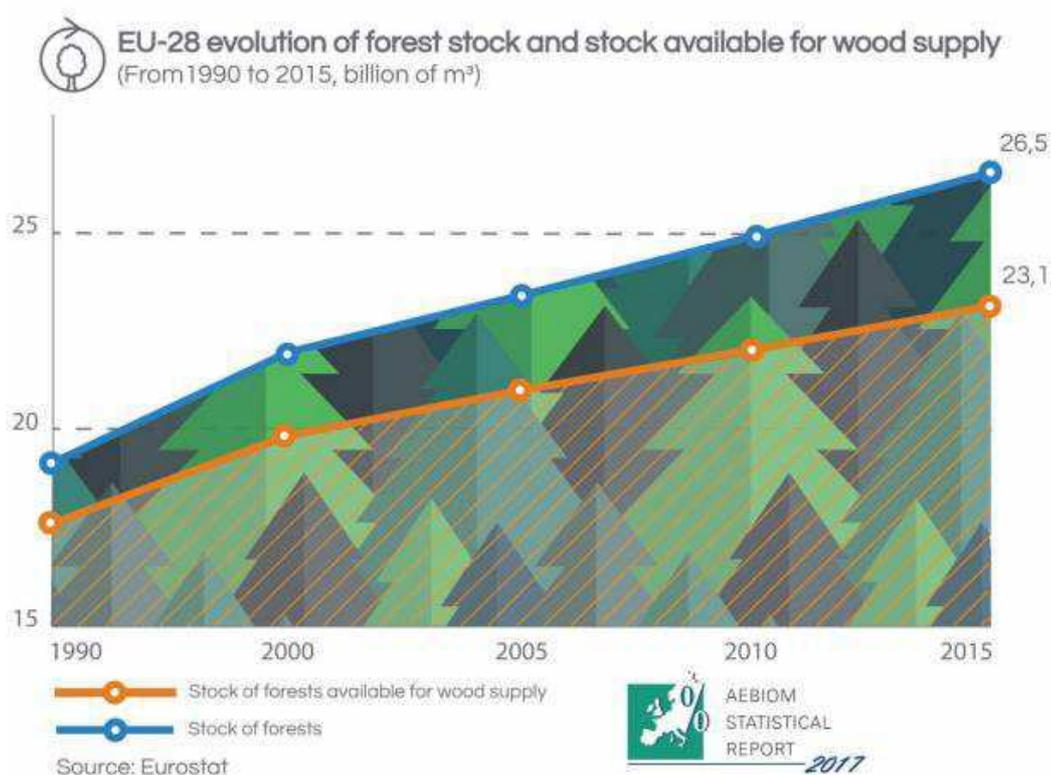


Gráfico 3: Evolución entre el año 1990 y el 2015 del stock de recursos forestales y de los recursos disponibles en la unión europea. Fuente Avebiom.



Gráfico 4: Comparativa por países europeos de los días al año cuyas necesidades energéticas pueden ser cubiertas por la bioenergía. Fuente Avebiom.

La gráfica 4 pone en relieve la distinta proporción de capacidad de suministro energético en los distintos países europeos con recursos biomásicos. Se puede observar la contradicción de **España que siendo uno de los países con mayor superficie forestal de Europa se encuentra en el vagon de cola** en la aportación de este interesante recurso al mix energético.

En el gráfico 5, en la página siguiente, se observa como hay un importante desarrollo continuo del sector de la Bionergía en el continente europeo, incluso tras la importante crisis económica que sólo supuso un moderado estancamiento que enseguida se ha remontado. Este crecimiento no ha sido seguido por España que se está quedando muy atrás. Se puede observar como, en general, en los países europeos nos encontramos con una consolidada política de apoyo a esta energía renovable que da sus frutos. Hay cantidad de buenos ejemplos y prácticas que se pueden desarrollar en nuestro país de apuestas por esta energía y de las mejoras que esto supone a muchos aspectos económicos, sociales y medioambientales de nuestros montes. Muchas de ellas ya se han desarrollado en algunos puntos de España e incluso en Teruel pero dada la importancia que puede tener la valorización energética para favorecer una gestión sostenible de nuestros montes estas buenas prácticas se deben extender y multiplicar de forma ostensible.

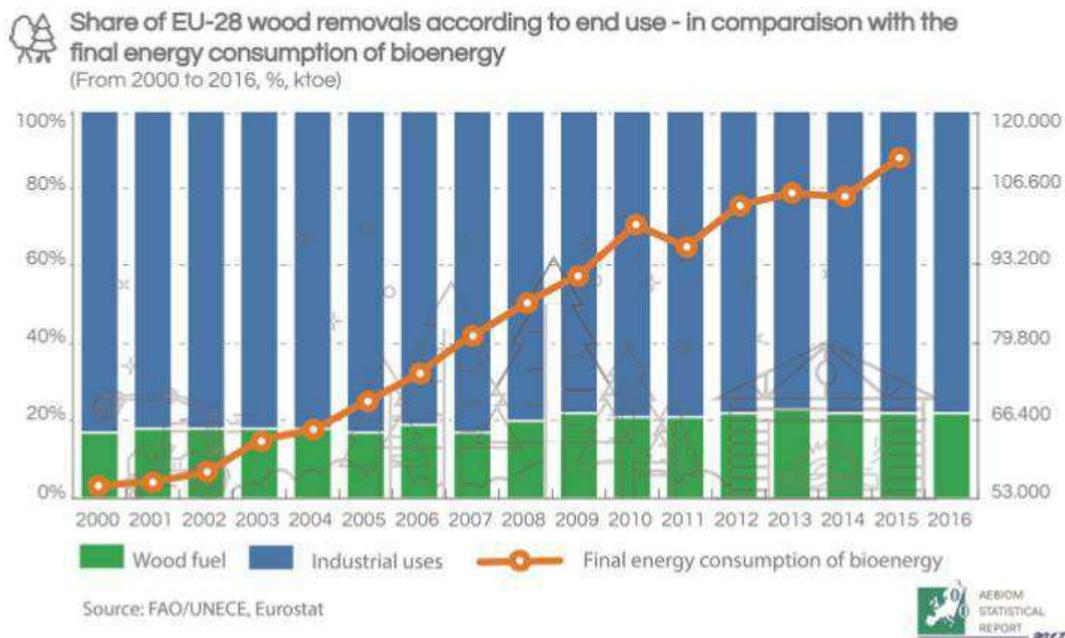


Gráfico 5: Evolución ascendente de la valorización de bionería en la Unión Europea durante el periodo 2000 a 2016. Fuente AVEBION.

3.2 Participación de la Biomasa en el MIX energético español.

El consumo de energía primaria procedente de la biomasa, biocarburantes y otros residuos de origen renovable que se han revalorizado energéticamente tuvo una evolución ascendente desde los comienzos de los años 2.000 hasta la llegada de la crisis económica. Se trataba de un sector muy pujante y en plena expansión y fuertemente apoyado por la administración. En ese periodo se constata la proliferación de proyectos, estudios y programas para el desarrollo de la valorización de la biomasa. Este crecimiento se trunco con la llegada de la crisis que detuvo su crecimiento en seco. Este descenso estuvo auspiciado principalmente por el descenso del precio del crudo pero principalmente por los cambios normativos sobrevenidos y también por cierto abandono, no en todos los territorios, de la apuesta por este recurso. Como se observa en el gráfico 6 entre los años 2011 y 2018 el aporte absoluto de la biomasa al mix energético español ha tenido una pendiente de crecimiento muy suave y está muy lejos de poder alcanzar al crecimiento del resto de países europeos que siguen ampliando las diferencias con nuestro país. Existe un importante potencial de uso de la biomasa que España no está aprovechando y eso pese al cierto repunte del precio del crudo en los últimos años y la recuperación, antes del Covid 19, del consumo energético del país.

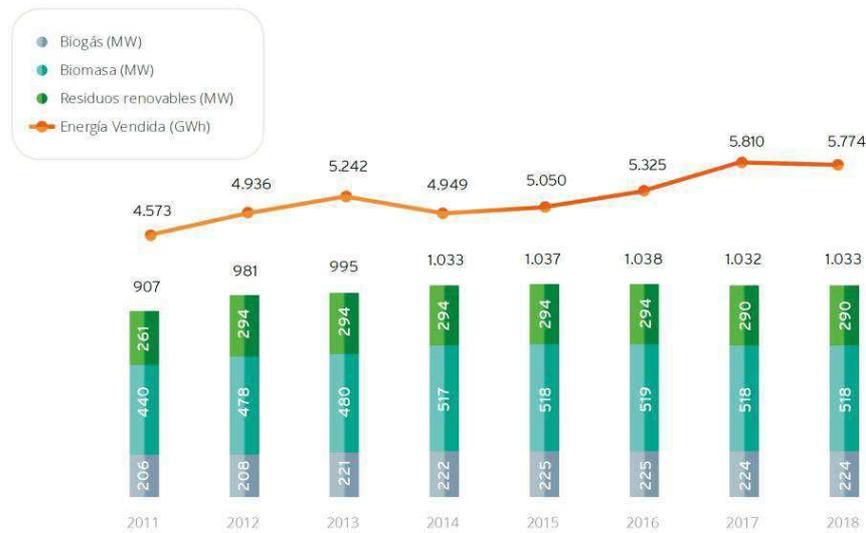


Gráfico 6: Consumo de energía primaria en España. Fuente CNMC y APPA Renovables.

En el gráfico 7 se comparan, a igualdad de unidad energética aportada, la evolución de los precios del gasoleo C, el pellet y la astilla. De la observación de la gráfica se pueden realizar tres apreciaciones muy evidentes que son:

- Existe una gran estabilidad en el precio de los combustibles biomásicos en un largo periodo de tiempo.
- En la mayor parte del periodo temporal analizado el precio energético del pellet es inferior al del gasoleo.
- En el caso de la astilla su precio a igualdad de potencial energético es netamente inferior, en todo el periodo y con situaciones que disminuye hasta la mitad o incluso un tercio, que el del Gasoleo C para uso en calefacción.

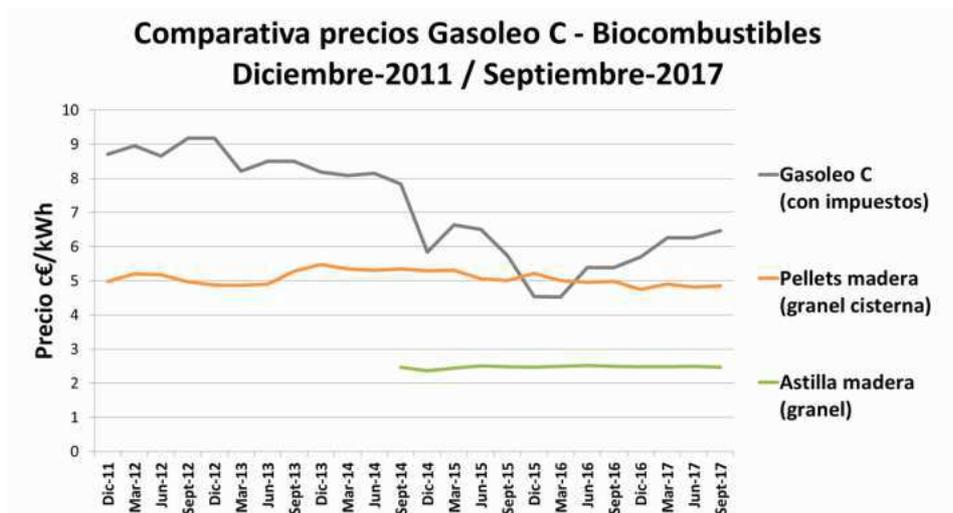


Gráfico 7: Comparativa de la evolución de los precios por unidad energética en España del gasoleo con respecto a la astilla y el pellet. Fuente AVEBION.

En el gráfico 8 se ofrece el reparto porcentual de aporte al mix energético nacional de las distintas fuentes de energía y se puede observar la muy moderada contribución de los recursos bioenergéticos al mismo. Y ello pese a los importantes potencialidades de movilización que tiene el país y principalmente a su situación claramente ventajosa para la valoración energética de este combustible para su aprovechamiento térmico. En el caso del consumo de energía para el transporte va a ser más complicado su sustitución por energías renovables hasta que no se generalice el uso de vehículo eléctrico y aún así no será importante su contribución.

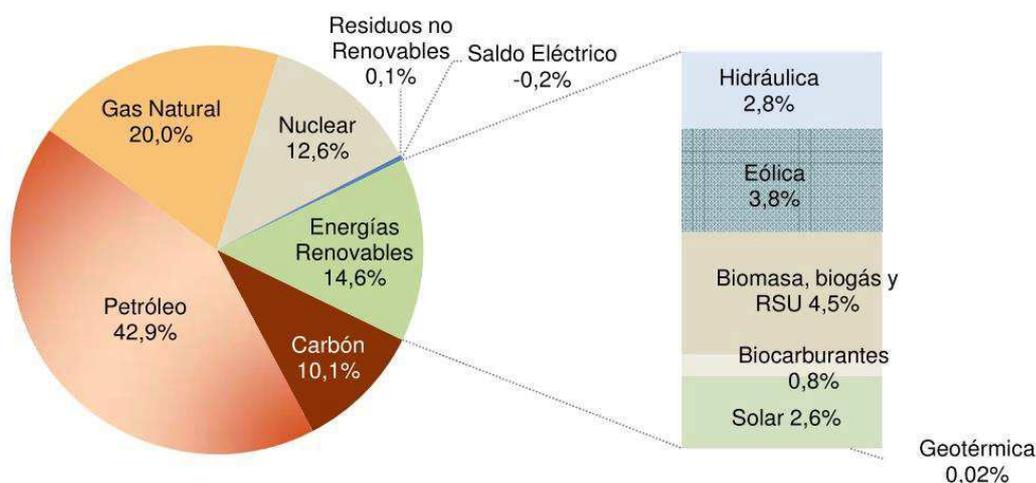


Gráfico 8: Reparto del consumo de energía primaria por fuentes (%) año 2014. Fuente IDEA.

3.3 El potencial de la biomasa en los montes españoles

España es el tercer país europeo por recursos absolutos de biomasa forestal potencialmente movilizable (sólo por detrás de Suecia y Finlandia) y el séptimo en términos de recursos movilizables per cápita. Es el país de Europa con mayor incremento de la superficie ocupada por los bosques, con un ritmo de crecimiento anual del 2,2%, muy superior a la media de la UE (0,51 %). También es el país que ha alcanzado el primer puesto en la producción de ganado porcino en Europa, generando más de 50 millones de toneladas anuales de purines con un gran potencial también de valorización energética de estos recursos. Sin embargo, se encuentra a la cola en el ranking europeo por aprovechamiento de los recursos forestales y biomásicos en general en función de la importancia de sus recursos.

Los diagnósticos de la situación forestal española coinciden en poner de manifiesto la ausencia de gestión y el abandono de restos procedentes de los tratamientos selvícolas en gran parte de la superficie forestal, lo que produce

una continua acumulación de biomasa en el monte que es especialmente severa en montes especialmente productivos y sin gestión. El uso de leñas en particular, que en su mayor parte procedían históricamente de montes con especies del género *Quercus*, ha decaído radicalmente en las últimas décadas debido al abandono rural y a la difusión de los sistemas de calefacción mediante combustible fósil.

También esta situación coincide con la proximidad o entrada ya en madurez de importantes superficies de las repoblaciones forestales llevadas a cabo en España a partir del año 1940 y que se prolongaron con gran intensidad hasta prácticamente los años 80. Estas formaciones generalmente monoespecíficas y coetáneas requieren de tratamientos urgentes para impedir su colapso y favorecer su diversificación y renovación. La mayor parte de ellas corresponden con plantaciones de coníferas especialmente densas y con alto riesgo de incendios y baja resiliencia. A menudo son formaciones forestales con una cantidad considerable de biomasa en pie, pero que debido a la ausencia de las intervenciones precisas se encuentran estancadas, cuando no en franco decaimiento. El moderado diámetro medio y media calidad de los fustes que se obtendrían si se hicieran las claras recomendables, hace situar a estos productos en el límite del mercado de la madera por lo que el complemento de un aprovechamiento biomásico favorecería la posibilidad de llevar a cabo los tratamientos selvícolas que tanto precisan.

Coinciden muchos profesionales del sector forestal que la extracción sostenible y profesional de la madera con el acompañamiento de un aprovechamiento de la biomasa residual, incluyendo en muchos casos la madera de menor grosor, podría rentabilizar las actuaciones en estos montes con una muy moderada gestión actualmente. Estas actuaciones selvícolas, además de tener repercusiones positivas sobre la reducción del riesgo de incendios y de su virulencia, permiten reducir el riesgo de plagas y proveen de una importante mejora de la calidad y biodiversidad de las formaciones arboladas densas y monoespecíficas de estas repoblaciones.

4 LA VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DE LA BIOMASA.

4.1 La importancia de la bioenergía.

El modelo energético del futuro, que hoy en día se está construyendo, debe proporcionar, o al menos reemplazar con otras utilidades, las ventajas prácticas que han supuesto el petróleo, el carbón y sus derivados. Entre estas están las siguientes: la capacidad de almacenamiento, la previsibilidad en la disponibilidad de la energía y el coste, que durante el siglo XX ha sido comparativamente más barato que cualquier otra fuente de energía.

La energía obtenida a partir de la biomasa soslaya actualmente estos problemas, dado que su fuente de suministro (procedente de la fijación vegetal del carbono atmosférico) se presenta de modo concentrado, favoreciendo su almacenamiento, en costes está por debajo que los combustibles fósiles y especialmente el diesel y su disponibilidad es gestionable con la ordenación forestal. Sin embargo, su utilización también plantea retos y genera incertidumbres que han de ser tenidas en cuenta para lograr un aprovechamiento realmente perdurable en el tiempo.

Una dimensión adicional relevante en el ámbito de la aportación potencial de la biomasa a la economía española y a su modelo energético es la que tiene que ver con la reducción de la dependencia exterior que supondría el incremento de su participación en el mix energético nacional. España es una economía que importa de los mercados internacionales la mayor parte de los combustibles fósiles necesarios para abastecer su demanda energética. Por consiguiente, dada la demanda, la variabilidad de los precios energéticos es un factor que incide directamente sobre la balanza exterior y que genera incertidumbres que conviene ir acotando hacia el futuro con el desarrollo de las energías renovables autóctonas.

Las dos principales posibilidades para la valorización energética de la biomasa son o bien para la producción de electricidad, generalmente asociado a la cogeneración, o la generación de calor, uso térmico, que se puede realizar a través de sistemas centralizados o individuales de calefacción. También, y suelen resultar los proyectos más interesantes, existe la posibilidad de valorización de la biomasa con sistemas mixtos de producción de energía y calor asociado o no a una cogeneración. Hay que estar vigilantes para que no se esconda detrás una cogeneración el uso masivo de gas natural encubierto aprovechando el menor precio energético actual de este recurso, y le estemos brindando las subvenciones contra el cambio climático a un combustible no renovable.

4.2 Biomasa para uso eléctrico/cogeneración

La biomasa para uso eléctrico reúne las aplicaciones para generación de energía eléctrica tanto de forma exclusiva como mediante sistemas de cogeneración o sistemas de co-combustión.

Es un sistema de producción más oneroso y menos eficiente, desde el punto de vista energético, que el aprovechamiento térmico directo. Pero a su favor tiene que la obtención de electricidad mediante biomasa reúne una serie de características (capacidad de almacenamiento, previsibilidad, posibilidad de regulación de la potencia obtenida) que la hacen atractiva desde el punto de vista de su participación en el conjunto de energías renovables complementando a las otras de producción más variable y de actualmente más oneroso almacenamiento. Como el resto de las energías renovables, ofrece ventajas en relación con el uso de energía fósil: cada MW de biomasa producido equivale, aproximadamente, a la reducción de 2.500 toneladas equivalentes de petróleo y evita la emisión de 2.700 toneladas de CO₂ al año.

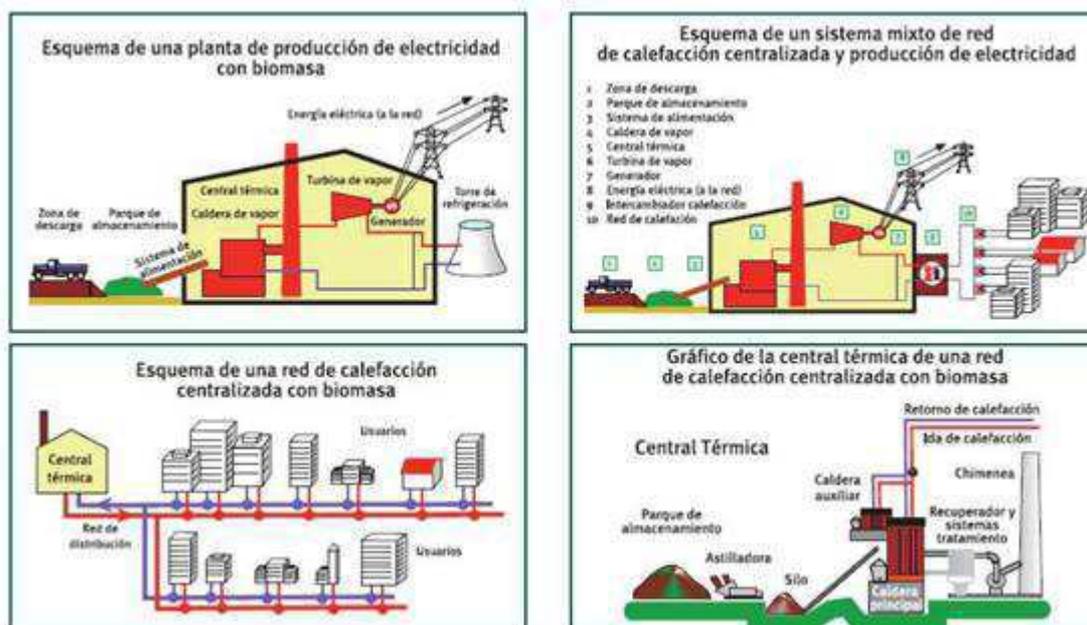


Gráfico 9: Esquemas de distintos sistemas de valorización energética de los recursos de la biomasa. Fuente IDAE.

4.3 Biomasa para uso térmico.

La valorización térmica reúne al conjunto de aplicaciones tecnológicas dedicadas al suministro de calor para calefacción, climatización o procesos industriales a partir de recursos biomásicos.

La extracción de biomasa en forma de madera, leñas y otros productos ha sido uno de los principales aprovechamientos que históricamente se han llevado a

cabo en los montes. Su destino era servir como fuente de energía básica en los hogares, alimentando hornos, hornillas, calderas, chimeneas y estufas. Constituía, en definitiva, el suministro esencial para dar confort y poder cocinar los alimentos del género humano, y aún lo es en muchas áreas de la tierra. La biomasa todavía se emplea en el ámbito doméstico, también en nuestras latitudes actualmente, para usos térmicos, utilizando como fuente de suministro las maderas y leñas forestales, ya sea de modo directo o convertidas en carbón vegetal. La extracción de maderas y leñas del monte es un aprovechamiento reglado que está incluido en la legislación forestal y que todavía está extendido por el territorio.

El desarrollo de la energía térmica de corte moderno está ligado, como es usual en el contexto socioeconómico contemporáneo, a procesos de normalización y homogeneización de la materia prima y a la estandarización de los dispositivos de combustión. Se sustenta en la instalación de calderas que demandan un combustible que mantenga la uniformidad en sus características por la elevada sofisticación de las calderas actuales. Su finalidad principal es la calefacción; sin embargo, también es posible su empleo simultáneo para refrigeración (aire acondicionado) o incluso para una triple producción si también se aprovecha la cogeneración para producir electricidad, aprovechamiento trifásico.

Los recursos biomásicos primarios pueden ser transformados en pelets y briquetas, astillas molturadas y compactadas que facilitan su transporte, almacenamiento y manipulación, convirtiéndolos en material más apropiado para nuevos usos térmicos que se están desarrollando recientemente ligados al uso residencial (doméstico o comunitario) y de servicios.

Su potencial de crecimiento es muy importante en tanto en cuanto se acentúe la tendencia alcista del precio de los combustibles fósiles, lo que impulsará la instalación de calderas alimentadas con biomasa, y allí consideramos que el uso directo de las astillas puede desbancar a todos los combustibles alternativos en territorios como la provincia de Teruel.

4.4 Análisis DAFO

A continuación se presenta un estudio DAFO en relación al desarrollo de la bionergía enfocado principalmente al tema de la movilización y puesta en valor de los recursos forestales. La movilización de los recursos forestales, como se justificará, es la fuente con mayor interés para el desarrollo socioeconómico y para la mejora medioambiental de los paisajes turolenses en comparación con todas las demás opciones energéticas alternativas. La movilización de la biomasa constituye la mejor alternativa para mejorar los paisajes forestales de provincias como Teruel.

OPORTUNIDADES

- Apoyo en la UE a la bioenergía
- Necesidad de gestión de los montes
- Posibilidades en el uso térmico y termoeléctrico
- Reducción de la dependencia energética exterior
- Instalaciones de referencia en buen funcionamiento
- Disponibilidad de recursos biomásicos en el territorio

FORTALEZAS

- Recurso renovable, competitivo y de calidad química
- Precio inferior al gasoil (también con uso de pellet) y al gas, si se utiliza astilla
- Crea empleo en el medio rural directo e indirecto
- Balance de CO2 neto
- Energía limpia

AMENAZAS

- Deficiencias normativas para su uso térmico
- Falta de conocimiento por la sociedad de sus posibilidades
- Insuficiente apoyo institucional y de protección frente al lobby de los productos petrolíferos
- Entrar en competencia con el aprovechamiento maderero, se debe utilizar para biomasa los rechazos de los aprovechamientos forestales e industriales y las maderas de menor diámetro e interés para la industria.

DEBILIDADES

- Coste de extracción en los montes a veces superior a su valor en fábrica
- Porcentaje de humedad variable
- Disponibilidad limitada
- Desconocimiento por los responsables del mantenimiento de instalaciones de esta tecnología y problemas de atención adecuada a los propietarios de calderas, sobretodo pequeñas calderas.
- Difícil de garantizar el suministro y la logística por la desagregación de los propietarios

4.5 Los cuellos de botella en el desarrollo de la biomasa

Diferentes estudios concluyen que las principales dificultades que se dan para el desarrollo del sector de la valorización de la biomasa forestal son:

- a) Desconocimiento de esta opción energética y sus ventajas por parte de los potenciales usuarios y potenciales prescriptores (arquitectos, ingenieros, instaladores).
- b) Experiencias negativas por falta de conocimiento y profesionalidad que repercuten en la imagen de esta energía en el mercado.
- c) Publicidad negativa de grupos con intereses opuestos, tales como otros sectores energéticos o una parte del mundo ecologista.
- d) Incertidumbre respecto a la evolución del precio de la materia prima y del producto por tratarse de un mercado en desarrollo pero es más una percepción que una realidad como se observo en la gráfica 7.
- e) La fragmentación de la propiedad forestal y su desconexión con los mercados y con opciones de movilización conjunta de recursos.
- f) La falta de sinergia con la industria forestal y, en regiones como Aragón, también la escasa presencia de un sector industrial de la madera que dinamice la movilización de los recursos madereros del entorno.
- g) Inadecuación de los montes para explotaciones muy intensivas.
- h) Bajo nivel de consumo actual para la moderada existencia en las proximidades del recurso de calderas que consuman biomasa. En muchos casos existe mayor oferta que demanda y se debe destinar parte de los recursos de la biomasa a la exportación lo que reduce los márgenes económicos.

i) A estos puntos hay que añadir otros factores como los costes de extracción y transporte o la carencia de maquinaria adecuada para este tipo de aprovechamientos en nuestro país lo que encarece su procesamiento y en algunos casos da pocas garantías de buen trabajo a los gestores de los montes.

5 LOS BENEFICIOS INDIRECTOS DE LA VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DE LA BIOMASA.

5.1 Introducción

La biomasa es una energía alternativa, pues se considera su balance como neutro con respecto a la huella del carbono. Por otro lado se considera una fuerte energética muy interesante para la creación de economía, empleo local y como herramienta para la mejora de los montes. En el gráfico 10 presenta una estimación del interesante balance económico que genera la puesta en valor de la bionergía en España donde se ha calculado y contabilizado una repercusión económica de unos 10,427 millones de euros durante el periodo 2017-21 y que se puede ampliar más.

Dentro de las potenciales fuentes de generación de energía alternativa la biomasa presenta un gran interés pues es un recurso sostenible que es propio de comarcas generalmente deprimidas económicamente, como las que agrupan este proyecto, por tener una elevada proporción de terrenos forestales. Se considera que la puesta en valor de la biomasa es una muy buena alternativa para facilitar una gestión efectiva de los montes pues trae consigo una mayor rentabilidad a los aprovechamientos madereros y ello puede suponer una mejora de las infraestructuras viarias, del tránsito del monte y de la protección frente a incendios forestales de estos paisajes.

Un aprovechamiento bajo de los montes no parece la mejor opción ante los graves incendios que se están empezando a producir en territorios de marcada mediterraneidad como el concernido. Y no quedan aquí las amenazas sino también se están produciendo serios daños en áreas arboladas extensas como consecuencias de: el cambio climático, las olas de calor extremo, las plagas importadas de otras latitudes, la afeción por fuertes vientos, etc.

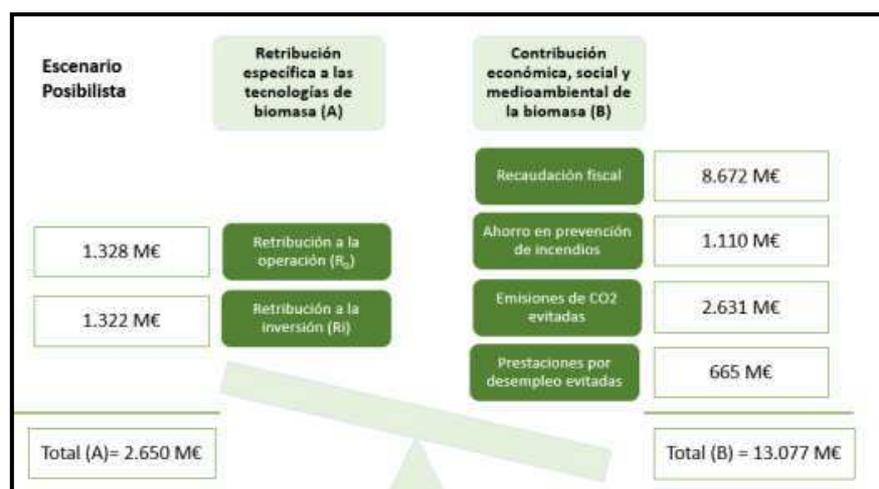


Gráfico 10: Balance económico, social y medioambiental de la biomasa agregado periodo (2017-2021) en el escenario posibilista elaborado por Afi a partir de datos del INE, CNMC, IGAE, PANER, IDEA y del ministerio de empleo.

5.2 Beneficios biomasa en la economía

Desde un punto de vista económico la utilización de biomasa supone:

- Mejora de la **garantía de suministro** ya que es un combustible local y manejable con los proyectos de gestión sostenible de los recursos.
- **Disminución de costes** de suministro energético respecto a combustibles de importación. Con ello se disminuye el déficit exterior del país y se promueve una mayor economía circular local lo que disminuye incertidumbres económicas de difícil control como el mercado del crudo.
- Mayor estabilidad de precios de la energía a nivel local o comarcal.
- **Mejora de la rentabilidad de la industria maderera** de primera y segunda transformación pues permite valorizar los subproductos biomásicos que genera. Estos se pueden aprovechar en la propia planta, aumentando con ello la competitividad de estas industrias, o ser exportados con el consiguiente beneficio económico.
- El desarrollo de la biomasa en territorios como Teruel es ante todo una **oportunidad para generar actividad económica** en los montes, proporcionar ingresos a sus propietarios y fortalecer las cuentas de resultados de las empresas forestales, desarrollando el pilar económico del sector.
- Se trata de **tecnologías maduras**, aunque cuentan con cierto margen para continuar avanzando en su curva de aprendizaje (mejorar rendimientos energéticos, incorporar sistemas de limpieza de gases evolucionados y competitivos, etc. Desde luego que un gran hito para su valorización sería su potencial transformación en un combustible utilizable para el transporte.
- A modo de ejemplo se tiene demostrado que **por cada dos euros invertidos en la biomasa retorna un euro a las arcas** de las distintas **administraciones** públicas, mientras que apenas este retorno alcanzaría los 32 céntimos de euro en la construcción de una autovía. Al mismo tiempo con el desarrollo de este sector se están creando 7 veces más de empleo que con la construcción de nuevas infraestructuras viarias. Sin entrar a discriminar ambas inversiones, tema más complejo, se trata de poner en evidencia la repercusión positiva que tiene este sector en la economía.

5.3 La biomasa como motor del desarrollo rural

Por las siguientes razones principales se considera para provincias como Teruel el sector de la biomasa como revulsivo para el desarrollo rural, y son:

- Se está cercenando, en un mercado de precios oscilantes de la energía, el uso de un recurso sostenible, manejable y local que es un potencial motor económico y de generación de empleo ahora en desuso. Se trata de una **energía "barata" y "sostenible"** que puede ser una baza diferencial en los productos y servicios que se ofrezcan en el territorio en una economía europea donde se va a incentivar estas políticas de energías limpias y con baja huella de carbono. Por los recursos movilizables y las necesidades energéticas de la provincia puede llegar a ser una aportación importante en el mix energético que va a suponer un importante impacto en la economía circular de la provincia. Todo ello también le dará un plus de calidad al destino turístico de Teruel y provincia y a los productos y servicios que se ofrezcan desde este territorio. También al ayudar a la industria de la madera será un revulsivo para la economía baja en carbono. Se ha estimado que por cada metro cúbico de madera usado como sustituto de otros materiales de la construcción, las emisiones de CO₂ a la atmósfera se reducen en una media de 1,1 t, a lo que hay que añadir las 0,9 t de CO₂ almacenadas en la madera durante una vida media de entre 2 meses (si su destino es el papel para periódico) y 75 años (para la madera estructural).
- Además en un mundo tan competitivo el poder disponer de una energía local y con aprovechamiento sostenible y sostenido, que garantiza un **nivel de precios controlable y mantenible, en el medio y largo plazo constituye una ventaja competitiva** que se debe aprovechar y no obviar y donde se deben diseñar estrategias para poder garantizar estas ventajas a las industrias y emprendedores que se quieran instalar en el territorio. La atracción también de inversores para **instalaciones turísticas como spas en áreas atractivas como Teruel pueden encontrar en un suministro garantizado y a buen precio de biomasa**, que cubran sus necesidades energéticas a un precio razonable, una importante ventaja competitiva frente a otros territorios.

- El uso de la **biomasa procedente de los terrenos en barbecho** daría también un impulso al mundo rural facilitando la recuperación de actividad y la transformación de terrenos baldíos en suministradores de biomasa y posteriormente facilitando recursos para la ganadería.
- El aumento de ingresos de las industrias locales y el aumento de la población en zonas rurales, haría necesaria la construcción y mejora de las infraestructuras y servicios que asimismo atraerían en el futuro a una nueva población para desarrollar nuevos negocios.
- Interés de **fomentar el empleo y el desarrollo industrial**: La inversión en este sector permite la mejora del tejido industrial, creando o manteniendo empleos muy bien distribuidos en los tres sectores económicos: primario, secundario y terciario. La biomasa puede ser un **revulsivo para la instalación de polígonos industriales de madera conjuntamente con industrias o producciones que necesiten calor o vapor industrial**. Esto la habilita para poder ser empleada como herramienta de desarrollo rural en una concepción de gestión integral de los recursos. Tener muy en cuenta que lo ideal es un desarrollo integral de industrias de valorización de los recursos forestales empezando por la madera y en paralelo y apoyado en la biomasa.
- La actual situación de los montes (con infraestructuras viarias no en muy buen estado, montes de difícil tránsito, situaciones de riesgo extremo, etc.) está suponiendo actualmente un perjuicio para la puesta en valor de todos sus recursos. **Con el aprovechamiento maderero y biomásico se podrían cubrir los costes de mejora y ampliación de infraestructuras y con ello apoyar a recursos más intangibles del monte como: el turismo de naturaleza, la caza, la recogida de setas y productos silvestres, el aprovechamiento ganadero, el aprovechamiento melífero**, la propia mejora de las formaciones arbóreas que necesitan claras, podas, etc.

5.4 Biomasa generadora de empleo

- De todas las energías renovables la biomasa es, con diferencia, la que mayor potencial de creación de empleo tiene. Así según los expertos, el tratamiento y mantenimiento de la biomasa para obtener energía renovable genera **60 veces más empleos que el sector del gas, 30 veces más que el del carbón y 10 veces más que el sector de las nucleares**. Además es una energía muy competitiva por el menor coste de la biomasa sobre los combustibles fósiles. "La biomasa ofrece un amplio abanico de oportunidades profesionales de las que se podrían beneficiar las zonas rurales con riesgo de despoblamiento, como buena parte de la provincia de Teruel, que concentran una elevada cantidad de recursos." Las actividades económicas vinculadas a las plantas de biomasa son de muy diverso tipo. Desde la recogida de las biomásas (agrícolas, forestales, ganaderas, industriales, FORM), el

tratamiento, transporte, almacenamiento, o la propia valorización energética de las mismas, etc.

- Se ha estimado que los importes medio de **inversión pública para la creación de un puesto de trabajo en la biomasa se sitúa en el entorno de los 45.530 euros/empleo.**

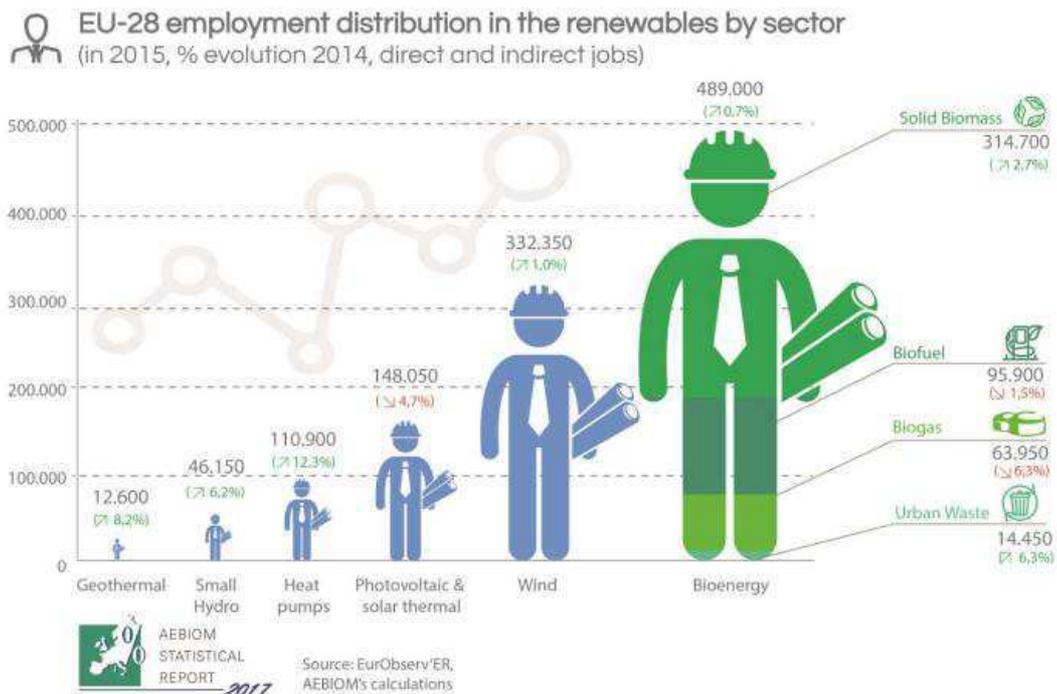


Gráfico 11: Distribución del empleo generado por las distintas energías renovables en la Unión Europea. **La biomasa sólida se erige como la energía renovable con mayor capacidad de generación de empleo** y éste se concentra principalmente en el medio rural. Fuente AVEBION.

	Tratamientos selvícolas	Logística y transporte	Explotación central biomasa	TOTAL
Puestos directos	110	35	35	180
Puestos indirectos	50	10	10	70
TOTAL	160	45	45	250

Tabla 1: Ejemplo de la posibilidad de generación de puestos de trabajo relacionado con la gestión forestal sostenible de masas especialmente densas para un territorio forestal de España de parecida naturaleza que las comarcas forestales de la provincia de Teruel. Fuente AVEBION.

5.5 Beneficios medioambientales del aprovechamiento de la biomasa

Si bien en ocasiones será posible llevar a cabo aprovechamientos de biomasa en pie cuyo balance económico sea favorable, con frecuencia este balance será negativo. No obstante, esta astilla es, a menudo, el resultado de actuaciones selvícolas que han de llevarse a cabo en el monte para cumplir otros de sus fines (prevención de incendios, garantizar la evolución de las masas, obtener otros aprovechamientos como la madera, dinamización socioeconómica, mejora paisajística, etc.). Bajo estas circunstancias, **la biomasa ofrece un valor suplementario al beneficio o beneficios económicos directos** que compensaría en muchos casos ese déficit monetario de la intervención.

La valorización de la biomasa forestal favorece que se pueda llevar adelante la **gestión forestal de los bosques** que facilita: la regeneración natural de la masa principal, la realización de una repoblación artificial en zonas de matorral, aumentaría el crecimiento en **cantidad y calidad del arbolado** (un interesante remanente tras la actuación), **disminuiría el peligro de plagas**, se obtendría una **mejora estética** del monte aumentando la capacidad de acogida **recreativa**, aumentaría y mejoraría los hábitats y por tanto la biodiversidad existente en el monte, etc. Es en muchos casos es el único aprovechamiento económico posible para sufragar en parte las actuaciones en formaciones de baja calidad o de especies como las quercíneas con fustes tortuosos y de poco calibre.

Reducción de emisiones de CO₂ y de otros compuestos volátiles contaminantes con la correspondiente mitigación del cambio climático y de la contaminación atmosférica. El balance en relación al carbono es más favorable con la quema de biomasa que con la del petróleo y como en muchos casos se procesan residuos y sobrantes de la industria se considera que tiene un balance neutro. También hay que destacar la reducción de las emisiones/vertidos de diferentes compuestos en relación a los que producen combustibles derivados del petróleo y tóxicos para las personas y el ambiente , como son:

- Óxidos de azufre
- Óxidos de nitrógeno
- Monóxido de carbono
- Metales pesados
- Sustancias carcinógenas

La utilización energética de subproductos domésticos y de la industria maderera o de la industria agroalimentaria, que actualmente van a vertedero, **reduce el volumen de material desechado en vertederos** y aumenta el tiempo en que tienen capacidad estos dichos depósitos de rechazos o escombros.

Un nivel de actuación en los montes muy bajo, como el actual, supone un empeoramiento continuo de la situación de **riesgo frente a incendios forestales** catastróficos por el incremento constante de la continuidad tanto vertical como horizontal de los combustibles. También **la densificación de estas masas forestales puede suponer graves incrementos del poder calorífico que puede alcanzar estos fuegos** con lo que esto supone de riesgo para las personas. Ello facilitaría que los incendios que no se controlen en los primeros estadios pudieran **evolucionar a incendios de grandes dimensiones y devastadores**. En estos momentos los grandes incendios, en situaciones sinópticas climáticas desfavorables, por el estado actual de los montes en general podrían alcanzar dimensiones mayores a algunos que ya ha sufrido el territorio como el de Aliaga-Ejulve o el del Maestrazgo.

Disminuye los riesgos de incendio mejorando por tanto a largo plazo la biodiversidad. Se puede constituir en la **principal estrategia para "fraccionar el combustible y extraer, periódicamente, y de manera sostenible, la madera y la biomasa del interior de las masas arboladas**. Actualmente con los presupuestos públicos destinados a la protección de los montes frente a incendios no se puede actuar de forma eficaz con estas actividades para conseguir compartimentar y reducir el riesgo de las formaciones arboladas de la provincia de Teruel. Si se consiguen rentabilizar estos trabajos total o parcialmente con su valorización energética se podría incrementar de forma importante el alcance de las actuaciones anuales de defensa de los montes frente a incendios forestales.

Hay experiencias interesantes en otras **comunidades autonómicas donde se combina el aprovechamiento forestal** (parte con aprovechamiento biomásico) **con un pago complementario por la disponibilidad de dicho personal para la extinción** de potenciales incendios forestales que se pudieran generar. Con esta estrategia se podría obtener que una parte del **servicio de prevención y extinción de incendios tuviera un coste netamente inferior y se pudiera hacer mucha más selvicultura preventiva**. No iría en contra de la profesionalidad de los integrantes que estos serían de refuerzo no de primera línea de ataque y sobre todo de moderado coste (sólo pago por disponibilidad, equipación y pago por horas dedicadas a la extinción de incendios). Con estas brigadas de refuerzo se podría ampliar de forma importante las áreas en las que se reduce la continuidad horizontal y vertical de los combustibles.

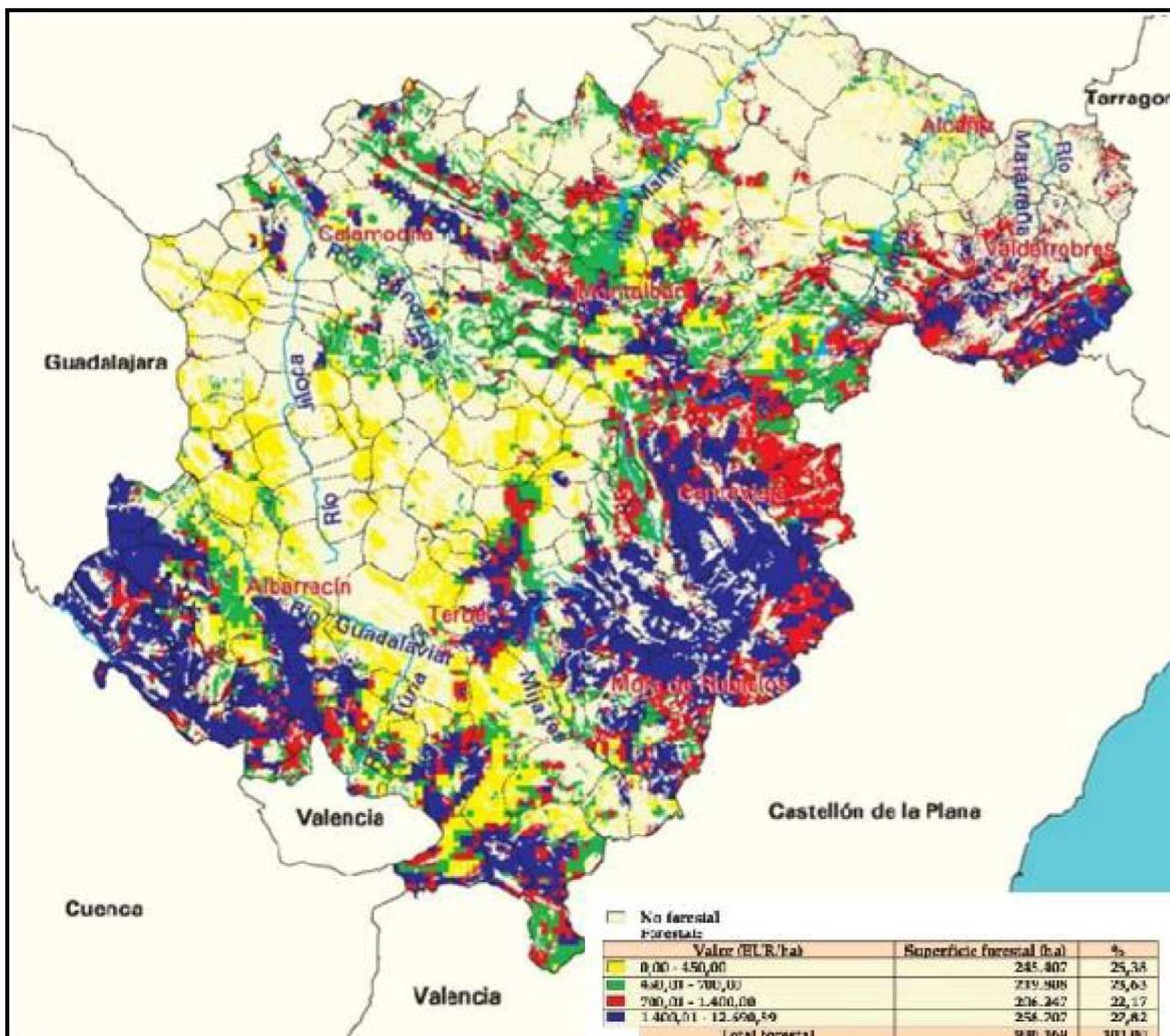
Tratamiento selvícola en masa arbolada	Tipo de actuación	Intervalo de actuación
Fajas cortafuegos	Selvicultura preventiva	500-750 ha
Fajas auxiliares		
Áreas cortafuegos		
Cortas en claras altas	Aprovechamientos y tratamientos selvícolas	2.000-2.500 ha
Cortas regeneración preparatorias		
Cortas en claras mixtas		
Cortas regeneración por entresaca		
Cortas regeneración aclaratorias		
Cortas en claras bajas		

Tabla 2: Tratamientos selvícolas recomendados en masas arboladas tanto para la protección frente a los incendios como para la mejora selvícola de las mismas. Se incluye los intervalos de superficie de actuación objeto de actuación. Fuente AVEBION.

Un gran debate que surge permanentemente cada vez que hay un incendio es el **valor de los ecosistemas** perdidos que se suele realizar tras estas catástrofes. En la estimación del valor integral del monte que se presenta en el siguiente gráfico queda recogido **el mayor valor que se da en conjunto a los beneficios medioambientales y recreativos que en su conjunto se sitúan muy por encima con respecto a los productivos.**



Gráfico 12 En el gráfico superior se observa como según el ministerio para la transición ecológica el valor de las superficies forestales mediterráneas de tipo medio es debida principalmente a los beneficios ambientales.



Mapa 1. Valor económico por aprovechamientos directos del monte de la provincia de Teruel que integra tanto los de madera, como caza, arriego de pastos y otros aprovechamientos de recursos naturales renovables de las distintas formaciones. Es interesante observar como el valor máximo por hectárea se situaría entre los 1.400 y los 12.700 Euros. Fuente IFN 3.

Aspecto	Renta anual (miles EUR)	Valor (**) (miles EUR)
Productivo (*)	24.343,53	1.217.176,70
Madera	18.677,00	933.849,76
Pastos	6.420,53	321.026,60
Frutos, corcho	0,00	0,00
Caza	465,88	23.294,16
Recreativo	20.942,14	1.047.107,20
Recreo intensivo	406,07	20.303,72
Paisaje	20.536,07	1.026.803,48
Ambiental	42.933,48	2.146.673,78
Fijación de carbono	12.275,08	613.753,82
No uso	30.658,40	1.532.919,96
Total	88.219,15	4.410.957,68

(*) El aspecto productivo no es la suma de los elementos que lo componen por las incompatibilidades entre ellos
(**) Valor obtenido al capitalizar un número infinito de estas rentas con una tasa social (STPR) del 2%

Tabla 3: En la tabla resumen de rentas anuales que se estima generaban los montes de la provincia de Teruel según el III Inventario Forestal Nacional podemos observar como el valor relativo a la madera apenas supone un 21% de las rentas que se estiman tanto directas como indirectas del monte. Además se considera que estas diferencias lejos de disminuir es muy posible que sigan ampliándose por la importancia de los bosques en la lucha contra el cambio climático y la importancia del turismo rural en el desarrollo del territorio.

• **Mejora del estado fitosanitario** de los montes **reduciendo el riesgo de plagas**. La extracción del arbolado dominado, con problemas sanitarios y/o con falta de vigor, etc suponen una importante mejora para las masas arboladas. Si esos trabajos pueden abonarse con los aprovechamientos biomásicos entonces perfecto pues se reducirá este riesgo sin costes para la administración.

Es una **valiosa herramienta para la conservación y mejora de los paisajes** y por ello está **muy relacionado con el desarrollo turístico**. Por ello la mejora de la rentabilidad de las actuaciones en el monte de cara a la conservación y buen estado de sus paisajes como el aprovechamiento biomásico, es crucial para unos medios que se encuentran actualmente gravemente amenazados. En este sentido la situación vivida estos últimos años con la procesionaria es un serio aviso en este sentido de la necesidad de atender a nuestros montes y la puesta en valor de la biomasa puede ser la herramienta que nos facilite el hacer esta mejora y proteger el turismo que está llamado a ser un importante pilar del desarrollo rural de estos territorios.

5.6 Propuesta de actuaciones

Debe establecerse con urgencia un marco normativo específico que, adicionalmente a la consideración de energía renovable, reconozca las singulares aportaciones sociales, económicas y medioambientales que esta energía limpia genera en los sectores agrícola, ganadero y forestal. En especial se debe **tener en cuenta su singular capacidad de creación de empleo y los ahorros que induce en la compra de emisiones difusas de GEI, en prevención de incendios forestales, en otros aprovechamientos del monte y en la mejora de los paisajes.** Se lograría un crecimiento inclusivo de la biomasa que conciliaría los objetivos energéticos y medioambientales (cambio climático) con otros de política pública (económico, social y territorial).

Debe **permitirse que las instalaciones de biomasa** que ya están en funcionamiento (inversiones ya acometidas) **produzcan el número de horas máximo para el que fueron dimensionadas (más de 8.000 horas/año)**, para lo cual debería mantenerse la percepción de retribución a la operación (Ro) a partir de las 6.500 horas que se eliminó con la reforma del sector eléctrico de 2014. Se debe premiar que la biomasa es una energía renovable totalmente gestionable pudiendo actuar como complemento perfecto de otras renovables no gestionables.

El aprovechamiento biomásico contribuye a cerrar los ciclos productivos y permite la economía circular maximizando el aprovechamiento de los recursos locales y disminuyendo la generación de residuos. También permite desarrollar industrias de valorización complementarias y generar interesantes sinergias con industrias ya localizadas en el territorio.

Ante la necesidad de reindustrializar España es interesante **apoyar con especial interés aquellas industrias cuya actividad fomente el desarrollo rural y garantice la sostenibilidad medioambiental**, a través de la creación de oportunidades que impliquen la dinamización socioeconómica y la vertebración territorial. Y para ello se deberían planificar el desarrollo de polígonos de valorización conjunta de los recursos madereros y biomásicos de forma integral y no de forma separada y en lo posible incorporar a estos polígonos otras industrias de valorización de recursos locales como mataderos, industrias agroalimentarias, instalaciones turísticas, etc.

Resulta esencial promover la creación de las redes logísticas y de las cadenas de suministro que exige un mercado consolidado de biomasa, así como unas primeras instalaciones de biorrefinerías piloto y demo integradas y diversificadas en el territorio, capaces de absorber la cantidad de biomasa aprovechable de forma sostenible en la provincia de Teruel.

6 PROMOCIONAR EL USO Y DEMANDA DE LA BIOMASA

6.1 Priorizar el apoyo a la puesta en marcha de instalaciones de uso de la biomasa térmica para el desarrollo territorial.

En comparación con la biomasa para fines eléctricos, la de **valorización térmica** tiene la **gran ventaja**, en territorios como **Teruel**, de que se puede **distribuir de un modo más difuso** (y, por tanto, **buscando más equilibrios territoriales**) y **basarse en modelos de aprovisionamiento de menor magnitud**. Es, por tanto, una industria con mayor capacidad dinamizadora de crear tejido productivo en los territorios no densamente poblados como la provincia de Teruel. Tiene además la ventaja de su **mayor eficiencia energética**, aunque, **como contrapartida, no se ve favorecida por un régimen especial de primas**.

Es una alternativa muy interesante para las **instalaciones agroindustriales**, y detectándose también un amplio **campo de posibilidades tanto para uso residencial (doméstico y comunitario) como para su aprovechamiento en instalaciones públicas y sociales**. En un futuro inmediato, además de mejorar cuestiones relacionadas con la logística (creación de empresas integrales de servicios), la adecuación normativa y la difusión e innovación tecnológica, tendrá una gran importancia el uso de esta tecnología para la resolución del tema de la climatización en su conjunto (**trigeneración**).

Por todo ello la valorización energética con destino prioritario para la producción de calor es estratégica para la consecución del desarrollo rural y en esta dirección es importante la sustitución de las calderas de gasoil e incluso en algunos casos las de gas natural.

Pero para ello es necesario crear un mercado de generación de energía térmica doméstica o colectiva con la biomasa. Pero **para su avance faltan** entre otras cosas:

- **Una tradición** más asentada de aprovechamiento de la biomasa y su valorización y que se popularice y sea conocido por los potenciales nuevos usuarios las ventajas de la misma.
- **Incentivos económicos para la sustitución de las antiguas calderas** de gasoil individuales o colectivas por calderas de biomasa a alimentar con restos de los aprovechamientos forestales.
- Falta de inversión de las empresas rematantes de aprovechamientos forestales en la adquisición de **maquinaria específica para el aprovechamiento biomásico**.
- Necesidad de que existan ciertos **proyectos piloto** en el entorno que facilite el poner ejemplos e incluso visitarlos.
- Las **empresas e industrias forestales deben actuar como los principales consumidores** de estos servicios.

- La forma más rentable de abordar las cortas es llevar a cabo un **aprovechamiento que asuma e integre el aprovechamiento tanto de la madera como de la biomasa.**
- La generación térmica es sin lugar a dudas la forma más sencilla de valorizar este recurso. En zonas urbanas de Italia ya se lleva mucho tiempo trabajando en cuestiones de primas abundantes y necesidad de esfuerzo logístico para movilizar este recurso y se debería reclamar estas ayudas para territorios rurales como Teruel.
- Los datos que tenemos en Italia es que **se necesita un coste por debajo de los 40-45 € de astilla verde para su viabilidad económica.**

6.2 Mercado objetivo del aprovechamiento térmico de la biomasa.

Unos de los principales limitantes que tiene el uso de la biomasa son que la **inversión en instalaciones es mayor que la que hay que realizar en las otras fuentes de energía**, que es mayor el volumen de almacenamiento del combustible generalmente y así como el **mantenimiento** que hay que realizar es también **mayor**. Por ello el empleo de la biomasa forestal **se recomienda especialmente** en los siguientes casos:

- **Instalaciones industriales que producen biomasa** como subproducto y la requieren para la producción de calor.
- **Instalaciones industriales que demandan calor o vapor de agua** en largos periodos de tiempo como agroindustrias y que por otro lado generalmente tienen disponibilidad del recurso biomásico próximo.
- **Instalaciones domésticas y de servicios con elevada centralización** (lo que hace disminuir los costes de implantación y mantenimiento como principalmente: colegios, hospitales, centros administrativos, instalaciones deportivas, urbanizaciones, comunidades de vecinos, etc.
- **Edificios de viviendas que dispongan ya de calefacción central.**
- **Entornos urbanos y/o industriales donde sea factible instalar sistemas de calefacción urbana, centralizada o de distrito (District Heating).**

6.3 Medidas de apoyo a la demanda de distintos sistemas de valorización energética de la biomasa.

En la tabla que se presenta a continuación se presentan toda una serie de mejoras que se plantean para favorecer la instalación de calderas domésticas en bloques de edificios para la comunidad autónoma de Castilla y León y asimilados para sustituir a las alimentadas por combustibles sólidos o para instalar en nuevas promociones residenciales. Son medidas en todos los

ámbitos desde el de la obtención/generación de la biomasa, la logística, la transformación y hasta el uso final. **Es interesante observar como se hace necesario tanto el asociacionismo en la gestión de la oferta de la biomasa como en lo relacionado con la agrupación de la demanda para mejorar la escala económica.** También es muy importante la comunicación y cambios normativos que exceden la capacidad municipal pero que se deben reclamar para favorecer la expansión de estas instalaciones. Se incluye la necesidad de desarrollar centros logísticos, las ayudas a la financiación de estas instalaciones, etc. Estas mejoras serían extensibles en buena medida para el desarrollo de district-heating o calderas centralizadas de calor compartidas y también para la instalación de calderas industriales.

Distribución de medidas y acciones para calderas domésticas, en bloques de edificios y asimilados. Fuente: PBCyL

Calderas domésticas, en bloques de edificios y asimilados				
Generación - Obtención	Logística y suministro	Transformación	Uso final	Otros
M. 2.1.1.A- Elaborar el Plan de movilización de la madera de Castilla y León.	M. 1.1.2.A- Promover la revisión de la actual normativa reguladora del transporte por carretera. Seguimiento normativo.	M. 2.3.1.B- Adquisición o contratación de instalaciones térmicas de biocombustibles en los edificios regionales.	M. 1.1.4.A- Promover la elaboración de normativa técnica complementaria al CTE y RITE. Seguimiento normativo.	M. 3.2.2.L- Subvención a la inversión en plantas de fabricación de calderas domésticas o industriales para empresas.
M. 2.1.2.A- Promover la elaboración y ejecución de nuevos planes de ordenación forestal.	M. 3.2.1.E- Avalamiento y subvención al interés en plantas de fabricación de pellet o biocombustibles sólidos en general para empresas.	M. 2.3.3.B- Subvención a la inversión en instalaciones térmicas para entidades locales.	M. 1.1.4.B- Mecanismos de cumplimiento de la norma técnica aprobada al efecto complementarios al CTE y RITE.	M.3.2.3.A- Asesoramiento en materia de instalaciones térmicas con biocombustibles.
M. 2.1.3.A- Adaptar las condiciones de tratamientos selvícolas y aprovechamientos forestales para la integración en los mismos de la valorización de restos.	M. 3.2.2.F- Subvención a la inversión en equipos y trabajos de adaptación para distribución de pellets o astillas para uso residencial y terciario para empresas.	M. 3.2.2.A- Subvención a la inversión en instalaciones térmicas en residencial para personas físicas o comunidades de propietarios.	M. 2.2.1.A- Promover la revisión de la normativa urbanística autonómica para favorecer sistemas térmicos con biomasa. Seguimiento normativo.	M. 5.2.2.A- Promover asociaciones para la defensa de los intereses del sector.
M. 2.1.4.A- Incrementar el tamaño de los lotes de aprovechamientos forestales.	M. 4.1.2.A- Promover la elaboración de normas para biocombustibles sólidos. Seguimiento normativo.	M. 8.1.1.C- Realizar diferentes campañas de comunicación, concienciación y publicidad (centradas en instalaciones térmicas residenciales o asimiladas con biocombustibles).	M. 2.2.1.B- Mecanismos de cumplimiento de la norma urbanística aprobada al efecto.	M. 5.3.2.A- Estadística del sector de la bioenergía en Castilla y León.
M. 2.1.5.A- Incrementar los tratamientos selvícolas y la superficie intervenida con valorización energética de los restos.	M. 4.1.2.B- Mecanismos de cumplimiento de la normativa para biocombustibles sólidos.		M. 2.2.1.C- Promover la revisión de las normativas urbanísticas municipales para favorecer sistemas térmicos con biomasa. Seguimiento normativo.	M. 6.1.1.C- Realización de cursos en diferentes aspectos de la bioenergía (sistemas térmicos en sector residencial y asimilado para empresas de calefacción, edificios, etc.)
M. 2.1.6.A- Aprobar un Programa regional de cultivos energéticos leñosos.	M. 5.1.1.A- Apoyo al sector privado para la creación de centros logísticos.		M. 2.2.2.A- Promover la revisión de la normativa en materia de vivienda de protección pública autonómica para favorecer la instalación de sistemas térmicos con biomasa. Seguimiento normativo.	M. 6.1.2.B- Redacción y edición de publicaciones y software en diversos aspectos de la bioenergía (instalaciones térmicas residenciales o asimiladas con biocombustibles).
M. 5.2.2.A- Promover asociaciones para la defensa de los intereses del sector.	M. 5.1.4.A- Colaborar en la organización de una red de retirada y valorización de las cenizas generadas.		M. 2.2.2.B- Mecanismos de cumplimiento de la normativa técnica de vivienda de protección pública autonómica aprobada al efecto.	M. 7.1.3.A- Centro de referencia regional en I + D + i en tecnologías y fabricación de sistemas de transformación bioenergética.
M. 5.3.2.A- Estadística del sector de la bioenergía en Castilla y León.	M. 7.2.1.D- Participación accionarial en fabricación de demostración de biocombustibles sólidos.		M. 2.2.2.C- Promover la revisión de la normativa en materia de vivienda de protección pública local para favorecer la instalación de sistemas térmicos con biomasa. Seguimiento normativo.	M. 7.1.3.B- Adquisición o contratación de instalaciones térmicas con biocombustibles para desarrollo de I + D + i + d.
M. 7.1.2.A- Diseñar un Programa de I+D sobre cultivos energéticos.	M. 8.1.1.C- Realizar diferentes campañas de comunicación, concienciación y publicidad (centradas en biocombustibles sólidos para instalaciones térmicas).		M. 3.2.3.A- Asesoramiento en materia de instalaciones térmicas con biocombustibles (para empresas de climatización, constructores e ingenierías).	

Tabla 4 : Corresponde con las medidas y acciones incluidas en el Plan regional de desarrollo de la biomasa en Castilla y León mediante la promoción de las calderas domésticas en bloques de edificios y asimilados.

Aunque se ha demostrado que con la valorización de la biomasa se pueden producir interesantes descuentos en el coste de la energía térmica si hay un **importante freno es el debido al mayor coste de la adquisición y puesta en marcha que tienen las calderas de la biomasa** con respecto a las de gasoil.

También estas calderas **necesitan algo más de espacio** y esto puede ser un problema en medios muy urbanos pero no en terrenos rurales.

También existe un gran **desconocimiento por parte del público** de las interesantes ventajas de las calderas de biomasa con respecto a las otras en relación a las garantías de suministro y la calidad del producto. Como siempre la mala praxis de algunas empresas pone en duda a todo un sector pero en muchos sitios se está haciendo bien las cosas y hay buenos contraejemplos.

Es un tema también a mejorar el de la **capacidad logística de suministro para pequeñas escalas de trabajo** mientras no se generalice o no se amplifique de forma importante el uso de esta tecnología. Hay por otro lado unos requerimientos de calidad de la biomasa para pequeños consumidores algo elevada y que no siempre se puede dar.

Las soluciones a estos problemas y trabas pasa por algunas de las siguientes medidas:

- **Ayudas para la adquisición de instalaciones de calderas** por un importe de **hasta el 50 %** de su coste haciendo muy necesario la publicidad de estas ayudas.
- Campañas de promoción de esta energía con la **firma de contratos de suministro que garanticen el mantenimiento y servicio integral de los servicios.**
- La realización de proyectos demostrativos con calderas en edificios institucionales y reforzando la política de difusión y divulgación de esto.
- Inclusión clara en las normas urbanísticas de medidas para favorecer estas instalaciones con su **consideración muy valorada para la clasificación energética de las viviendas** y para la obtención de subvenciones.
- Necesario la oferta de **primas o precios regulados por Kwh producido.**
- Celebración de **concursos públicos de proyectos con contrato de suministro para varios años** para garantizar una gestión continuada de nuestros montes.
- **Muy necesario aprovechar el aprovechamiento mixto de energía térmica y eléctrica que se produce en los aprovechamientos de cogeneración con plantas de más de 4 a 5 MW y que tienen un uso continuo e intensivo de calor.** El desarrollo de proyectos de pequeña potencia con biomasa es clave para impulsar la generación eléctrica que preferiblemente debe llevar también un aprovechamiento térmico. Este doble aprovechamiento es muy eficiente desde el punto de vista económico, energético y del balance de carbono. Pequeñas instalaciones próximas a la fuente de suministro, que incluso podrán ser móviles para un aprovechamiento más eficiente, tendrían además una gran capacidad de arrastre en el tejido socioeconómico rural.

Para ello hay que superar escollos técnicos relacionados con la eficiencia de este tipo de instalaciones (< 1 MW en el caso de la generación eléctrica), pero también normativos, dando prioridad a la conexión a la red eléctrica de estas instalaciones de baja o media potencia. Por las importantes inversiones sería interesante la participación en estos proyectos de entidades públicas que permitan mover el sector con su ejemplo. También es importante concienciar a la población sobre la idoneidad y necesidad de estas instalaciones para incrementar la movilización del recurso biomásicos en el territorio por las importantes mejoras medioambientales que ello supone para las formaciones arboladas y el paisaje.

Distribución de medidas y acciones para plantas eléctricas pequeñas y medianas. Fuente: PBCyL

Plantas eléctricas pequeñas y medianas				
Generación - Obtención	Logística y suministro	Transformación	Uso final	Otros
M. 2.1.1.A.- Elaborar el Plan de movilización de la madera de Castilla y León.	M. 1.1.2.A.- Promover la revisión de la actual normativa reguladora del transporte por carretera. Seguimiento normativo.	M. 3.2.1.D.- Avalamiento y subvención al interés en plantas de generación eléctrica o cogeneración (< 5 MW) para empresas.	M. 2.2.4.A.- Herramientas informáticas para mejor conocimiento de la infraestructura eléctrica autonómica.	M. 3.2.2.1.- Subvención a la inversión en plantas de fabricación de equipos de generación eléctrica a pequeña escala para empresas.
M. 2.1.2.A.- Promover la elaboración y ejecución de nuevos planes de ordenación forestal.	M.4.1.2.B.- Mecanismos de cumplimiento de la normativa para biocombustibles sólidos.	M. 5.2.1.A.- Órgano de coordinación autonómico interno: GTB - CDAE.	M. 5.1.3.A.- Promover la modificación de los criterios de los PMCSE y coordinación de infraestructuras incluyendo a los proyectos bioenergéticos. Seguimiento normativo.	M.3.2.3.B.- Asesoramiento en materia de plantas eléctricas o cogeneración con biocombustibles.
M. 2.1.3.A.- Adaptar las condiciones de tratamientos selvícolas y aprovechamientos forestales para la integración en los mismos de la valorización de restos.		M. 5.2.1.B.- Simplificación administrativa para proyectos en bioenergía.		M. 5.2.2.A.- Promover asociaciones para la defensa de los intereses del sector.
M. 2.1.4.A.- Incrementar el tamaño de los lotes de aprovechamientos forestales.		M. 7.1.3.A.- Centro de referencia regional en I + D + i en tecnologías y fabricación de sistemas de transformación bioenergética.		M. 5.3.2.A.- Estadística del sector de la bioenergía en Castilla y León.
M. 2.1.5.A.- Incrementar los tratamientos selvícolas y la superficie intervenida con valorización energética de los restos.		M. 7.1.3.C.- Adquisición o contratación de instalaciones eléctricas de pequeño tamaño con biocombustibles para desarrollo de I + D + i + d.		M. 6.1.1.C.- Realización de cursos en diferentes aspectos de la bioenergía (generación eléctrica pequeña y mediana para ingenierías, ganaderos, etc.)
M. 2.1.6.A.- Aprobar un Programa regional de cultivos energéticos leñosos.		M. 7.2.1.A.- Participación accionarial en plantas eléctricas o cogeneración de demostración de pequeño y mediano tamaño.		M. 6.1.2.B.- Redacción y edición de publicaciones y software en diversos aspectos de la bioenergía (instalaciones energéticas en vertederos y EDARES).
M. 3.1.1.A.- Subvención a la adquisición de maquinaria para la producción de biomasa.		M. 8.1.1.B.- Campaña de premios anual a las mejores prácticas y proyectos.		M. 6.1.2.B.- Redacción y edición de publicaciones y software en diversos aspectos de la bioenergía (plantas eléctricas - cogeneración con biocombustibles en empresas ganaderas o generadoras de residuos biomásicos).
M. 5.3.2.A.- Estadística del sector de la bioenergía en Castilla y León.		M. 8.1.1.C.- Realizar diferentes campañas de comunicación, concientización y publicidad (centradas en sistemas de aprovechamiento energético en empresas generadoras de biomasa ganadera y agroalimentaria).		
		M. 8.1.1.C.- Realizar diferentes campañas de comunicación, concientización y publicidad (centradas en gestión energética para ganaderos, empresas de construcción/ingenierías, logística, entidades locales y regionales, etc.)		

Tabla 5: Corresponde con las medidas y acciones incluidas en el Plan regional de desarrollo de la biomasa en Castilla y León mediante la promoción de la instalación de plantas eléctricas de pequeña y mediana potencia.

6.4 Recomendaciones para mejorar la comunicación y la promoción.

En esta dirección, pero ya desde esferas de la comunidad autónoma o del estado, serían importantes realizar campañas en televisión, radio, medios de comunicación, redes sociales donde se ponga en valor la importancia de la biomasa para el mantenimiento del empleo y el desarrollo rural, la independencia energética del país y la conservación de nuestro rico patrimonio natural. **A nivel de la provincia de Teruel se debe favorecer la mayor difusión posible de la información relativa a la importancia de la valorización energética de la biomasa y de su aprovechamiento.**

Dar a conocer lo que ya funciona es un factor muy importante para la extensión de este tipo de instalaciones y las **visitas se deben dirigir a dar a conocer proyectos de éxito** y en el caso de la provincia de Teruel hay buenos ejemplos donde comprobar este buen hacer que se puede complementar con visitas a territorios próximos.

Falta una **estrategia de comunicación institucional para el fomento y valorización de la biomasa forestal** y para la obtención de energía y la mejora medioambiental de nuestros bosques. Es necesario un discurso a nivel autonómico que sepa **aunar la protección de los ecosistemas con su gestión efectiva y sostenible** y ponga en valor la valorización de sus recursos leñosos como herramienta más conveniente para promover la transformación de nuestras formaciones arboladas.

Hay un obstáculo añadido de interpretación de esta nueva actividad económica y energética ya que algunos sectores industriales e institucionales ven a la biomasa como puramente energética. Hay que enfocar la comunicación en transmitir que la valorización de la biomasa es un herramienta muy necesaria para facilitar una gestión forestal efectiva que provee a la sociedad en su conjunto de interesantes externalidades de nuestros ecosistemas. **Su desarrollo ayuda a defender y facilitar otras producciones secundarias del monte que pueden tener gran importancia (micología, turismo, ganadería extensiva, senderismo, btt, etc).** Hay en este sentido que reforzar la información de la importancia de este sector para el desarrollo forestal sostenible.

La siguiente traba con la que se encuentra la biomasa es la distribución del biocombustible de suficiente garantía y calidad, así como la conveniencia de que dispongan de una mejor cualificación los profesionales que trabajan con ello (proyectistas e instaladores), lo cual se puede solventar mediante la formación de garantía de calidad como son el certificado ENplus en pellets o el sello de Biomasad en astilla impulsada por las administraciones públicas de dichos profesionales y la habilitación de sellos.

6.5 Encuesta ayuntamientos tema potenciales instalaciones de valorización de la biomasa en los ayuntamientos.

Para la obtención de los datos, se confeccionará una encuesta para los ayuntamientos con mayores recursos biomásicos de la provincia. Los contenidos contemplados serían los siguientes:

1. Desarrollo de proyectos de energías renovables y/o eficiencia energética en el término municipal (públicos o privados).
2. Toma de alguna medida encaminada al fomento de actuaciones energéticas o la promoción de energías renovables en el municipio.
3. Existencia de personal en el ayuntamiento con formación específica para la gestión eficaz de los recursos energéticos del municipio.
4. Disponibilidad en el municipio de piscina climatizada y en caso afirmativo, empleo de algún tipo de energía renovable para su adecuación térmica.
5. Existencia de recursos que posibiliten autoabastecimiento energético de las poblaciones o incluso el desarrollo de proyectos de mayor entidad.
6. Edificios dependientes del Ayuntamiento candidatos a la instalación de calderas de biomasa u otros sistemas de calefacción térmica.

De cada uno de ellos se debe describir

- Superficie.
- Disponibilidad de calefacción actual

- Disponibilidad de agua caliente sanitaria.
- Número de calderas.
- Potencias de las calderas.
- Año de construcción de las calderas.
- Tipo de combustible/energía usada para usos térmicos.
- Consumo energético combustible/energía usada para usos térmicos.

7 NECESIDAD Y PROPUESTAS PARA INCREMENTAR LOS APROVECHAMIENTOS MADEREROS EN TERUEL Y PARA FAVORECER LA GESTIÓN FORESTAL SOSTENIBLE Y EL DESARROLLO RURAL.

7.1 La situación crucial de las formaciones arboladas de Teruel

Las superficies de naturaleza forestal o cubiertas por vegetación natural o naturalizada, con importante cobertura arbórea y/o arbustiva de la provincia de Teruel, viven actualmente un **momento crucial**. Una importante proporción de las formaciones de esta naturaleza que pueblan este territorio **presentan altas densidades**, superiores a las recomendables silvícolamente, **y/o con edades próximas al turno** recomendable o incluso superando netamente este tope. Por ello hay amplias superficies donde ya se dan, o se podrían dar a corto plazo, **importantes problemas de vigor y un elevado riesgo frente a incendios forestales y plagas**.

Los últimos años con el espectacular crecimiento de las áreas afectadas por la procesionaria, las fuertes sequías que ha sufrido la provincia de Teruel y la presencia cada vez más habitual de una cierta proporción de árboles secos apunta en la grave situación de riesgo en que se encuentran, o se podrán encontrar a corto plazo, estas formaciones arbóreas en el futuro. **Es urgente empezar a actuar de forma intensa en estas formaciones sino se podría desembocar en graves y extensas pérdidas de formaciones arboladas a corto o medio plazo**. Frente al cambio climático todos los expertos recomiendan reducir las densidades del arbolado para limitar la feroz competencia por los recursos, principalmente el agua, de los árboles en formaciones muy densas y para prevenir estos cataclismos naturales.

7.2 La biomasa como una posible palanca para el desarrollo de los municipios de la provincia de Teruel con más recursos y su entorno.

Teruel es ya una provincia que se encuentra entre los territorios que se encuentran a la cabeza en el aprovechamiento per capita de **biomasa** pero **tiene aún un gran potencial** para crecer por la cantidad de recursos de biomasa per capita que tiene que son de los mayores de España. Es un provincia muy despoblada y con baja industrialización donde la biomasa tiene muchas posibilidades de ser un **revulsivo importante para la economía** de este territorio por la posibilidad de **generar un crecimiento en red** y no concentrado. Con un alto consumo porcentual de biomasa se encuentran provincias como Lérida, Cáceres, Jaén, Cuenca y la comunidad de Castilla y León y en estos territorios hay proyectos muy ambiciosos probiomasa.

Las zonas rurales, y en particular las zonas de montaña, tienen muy restringidas las posibilidades de desarrollo económico, ya que están fuera de

los circuitos económicos de alto dinamismo. Sus características de alejamiento e infraestructuras, en general poco avanzadas, suponen desventajas competitivas que no son sencillas de compensar. Como consecuencia hay corrientes económicas débiles, poca industria y escasa población, que a su vez redundan en debilitar más la economía local, muchas veces muy cerrada. Si se desea mantener y aumentar la población activa, el empleo y la riqueza de estas zonas es necesario **desarrollar líneas de negocio y emprendimiento en las que los territorios de montaña ofrezcan ventajas competitivas**. Estas ventajas sólo pueden **venir del territorio, por tanto, de sus recursos naturales**, abundantes aquí y escasos en otros territorios y especialmente en España. Además, en este punto, una parte de las anteriores desventajas, el alejamiento y las deficientes comunicaciones, son en parte una ventaja, ya que obliga a la transformación y valorización en el propio territorio.

Para el desarrollo sostenible en el futuro se considera que no hay nada mejor que la puesta en valor de recursos endógenos y la biomasa es uno que además indirectamente va a dinamizar a otros recursos forestales.

Ello no debe despistarnos que la gestión de la biomasa, en definitiva, puede ser entendida como un recurso económico, pero su utilización ha de evaluarse teniendo en cuenta que las formaciones arbóreas son también ecosistemas, paisajes y espacios que producen otros bienes (madera, esparcimiento, protección frente la erosión y los riesgos naturales, belleza, carácter, protección de la fauna, etc).

7.3 Las limitaciones administrativas a la movilización de recursos.

Actualmente hay **cierto "exceso" de celo y de intervencionismo de la administración para la movilización de los recursos forestales en forma de trabas y de tramitación lenta de las solicitudes y cierta falta de directrices claras de por donde tienen que ir las actuaciones a proponer**. Es un importante hándicap a considerar para la movilización de este recurso. Frente al mismo **se necesita convencer a las administraciones públicas para que se conviertan en socios clave**. Deben trabajar conjuntamente con las empresas con capacidad de movilizar la madera para apoyar la gestión de la biomasa como una herramienta para mejorar la situación de los montes frente a incendios y como forma de financiar la necesaria selvicultura que necesitan la mayor parte de las formaciones arboladas densas de la provincia. **Incluso en espacios protegidos** se debe trabajar con la administración para desarrollar proyectos de aprovechamiento de los recursos madereros y biomásicos como una herramienta de gestión de estos territorios siguiendo el ejemplo de distintos países europeos. Esta perfectamente demostrado que los beneficios de estas actuaciones bien diseñadas en la conservación de la flora y fauna de estos

espacios y de su paisaje. Hay que desterrar la idea de que la no acción es la mejor opción en estos ecosistemas naturales.

En la dirección de lo apuntado en el párrafo superior, **es muy importante negociar con la administración los modelos silvícolas a aplicar en las distintas formaciones arboladas** que nos encontramos en este amplio territorio pues es la base para el diseño de los sistemas de aprovechamientos que se pueden realizar y los recursos biomásicos que se pueden movilizar en los mismos. Se deberían caracterizar los tratamientos a proponer para las distintas formaciones y las distintas situaciones selvícolas y orográficas en que se puedan encontrar las mismas. Una mayor utilización de la biomasa para uso térmico haría necesaria la redacción de documentos de planificación para el aprovechamiento de la biomasa o la inclusión de un plan de aprovechamiento de biomasa en los Proyectos de Ordenación y Planes Dasocráticos existentes. Estos documentos garantizarían la Gestión Forestal Sostenible del recurso maximizando su producción de manera sostenida sin poner en peligro el aprovechamiento futuro de la biomasa ni de ningún otro de los aprovechamientos del monte. Con la **confección de estos itinerarios selvícolas se facilita la realización de los estudios de ordenación forestal para los distintos propietarios** y se podría contar a priori con que luego van a ser aceptados por la administración.

7.4 La extracción de la madera en España en comparación con Europa.

En Europa el nivel de extracción o explotación de la madera en comparación con el crecimiento de existencias de los montes es de media un 50% superior que lo que nos encontramos en España y si ya profundizamos más en relación a las comunidades autónomas **Aragón se sitúa netamente por debajo de las medias peninsulares de relación de los aprovechamientos ejecutados en relación a la posibilidad de las masas arboladas (muy relacionado con los crecimientos medios anuales) de los montes.** Y ello lejos de ser algo positivo, en el sentido de capitalizar madera, supone un importe hándicap pues supone una auténtica bomba de relojería para nuestros montes.

Así la media de madera extraída en España en relación al crecimiento estimado del arbolado que puebla los terrenos forestales es de alrededor de un **41 %** frente a una **media en los países europeos que se situaría en torno al 59%**. Destacan entre los países con mayor porcentaje de extracción en relación a su potencial crecimiento Suecia con el 85%, Grecia con el 78,1%, Lituania con el 73,1 %, Eslovaquia con el 75% o Austria con el 60%.

En España por el contrario asistimos a un constante incremento de la superficie forestal y a una acumulación de existencias en las masas forestales por el abandono de la gestión en grandes extensiones de nuestro territorio. Pero esta situación, como se verá, no es homogénea en todos los territorios autonómicos y las razones de estos cambios son múltiples pero principalmente

están motivados por la voluntad política y las medidas administrativas y de apoyo a la industria que se hacen o no se hacen en cada territorio. Esta situación es de grave riesgo pues supone un incremento constante de la continuidad de las masas arboladas tanto horizontal como vertical y el aumento del riesgo de poder verse afectado por incendios de grandes proporciones en importantes superficies forestales del territorio nacional.

También en relación a la ordenación de los montes hay unas grandes diferencias entre la situación media de los países europeos y lo que nos encontramos en nuestro país, y vuelve a ser **Aragón uno de los farolillos rojos** en esta materia. Así mientras en España cuentan con proyecto de ordenación o de gestión forestal, no sabemos si vigentes, en aproximadamente un 19% de los terrenos forestales en otros países encontramos porcentajes mucho mayores como: en Francia donde el porcentaje se eleva al 43% del territorio, en Alemania que asciende al 68%, en Eslovenia al 100%, en Suecia al 100%, en Lituania al 100% y en Finlandia al 100%. Muchos de estos países tienen desarrollados trabajos a nivel nacional que simplifican enormemente la redacción y renovación de estos estudios.

7.5 Problemas actuales de la gestión forestal en Aragón y particularmente en Teruel

En los últimos años gracias al empuje de la demanda han empezado a cambiar algo las cosas por el incremento del consumo de nuestra industria del tablero, aserrío, embalaje y también por la valorización energética de las maderas de peor calidad. Todo ello ha supuesto un incremento de las cortas y de los precios de la madera delgada y de dimensiones medias de las coníferas principalmente lo que ha ayudado a tirar algo más al sector. Pero este incremento no es suficiente para contrarrestar tantos **años de capitalización de existencias** y las importantes necesidades de actuación que tienen nuestras masas arboladas excesivamente densas en los ambientes mediterráneos que se están viendo muy dificultadas para soportar el cambio climático.

Las diferencias entre comunidades autónomas son especialmente importantes y no obedecen únicamente a su ubicación geográfica y su naturaleza sino que está también muy relacionada con el apoyo o no con que cuenta el sector para su desarrollo y mantenimiento. Así destacan en el norte de España las **grandes diferencias de movilización de madera que encontramos entre Galicia con el 80% de este crecimiento que se moviliza o por ejemplo Aragón donde apenas moviliza el 10% de su crecimiento actualmente, si bien no hace muchos años llegó a situarse por debajo del 4-5%**, pese a haber realizado ciertos cambios normativos y haber empezado a mover la redacción de proyectos de ordenación en los terrenos públicos que atesoran gran cantidad de recursos madereros en nuestra región.

En Aragón aún falta una mayor implicación para revertir esta situación de auténtica emergencia que por otro lado es un sector con una gran posibilidad

de crear y potenciar un sector que puede permitir el desarrollo de los entornos rurales con mayores dificultades como son las áreas de montaña. **La baja movilización de recursos se debe a la reducida gestión forestal que se ejerce por la administración** que dispone de pocos recursos humanos y por otro lado a una quizás algo excesiva desconfianza en los promotores de los aprovechamientos que retrasa excesivamente la iniciativa privada para la movilización de los recursos.

Por otro lado por las dificultades de explotación que tienen muchas de estas formaciones arboladas en áreas de montaña también sería conveniente una **actuación activa de las administraciones para promover empresas especializadas en la ejecución de los aprovechamientos mixtos de biomasa y madera** en estas situaciones de mayor complicación. Por otro lado también se debe favorecer el desarrollo de industrias que pongan en valor las maderas y sus residuos en entornos próximos a las montañas para reducir los costes de transporte ante unos costes de explotación ya muy altos. **En el año 2014 en Aragón se movilizó de media un 9,2% de la estimación del crecimiento de las formaciones arbóreas y esto supuso aproximadamente un 6,1% del crecimiento de las formaciones en Teruel**, un 18,4% de las de Zaragoza y un 8,2% de las de Huesca. En el caso de Huesca además hay que tener presente la importancia de las choperas en esta movilización. En contra y con unas formaciones con importantes semejanzas en situación y diversidad nos encontramos territorios como la comunidad foral de Navarra donde este porcentaje se incremento hasta el 58,3% y aún no están contentos y realizan grandes esfuerzos para aumentar aún más este porcentaje de movilización.

Es claro que en Aragón hay un gran potencial para la movilización de madera y la biomasa y por otro lado, y más importante, una gran necesidad de gestión de las masas arboladas para poder cumplir los múltiples objetivos que deben dar los montes y por otro lado defender mejor a los montes frente a los incendios forestales y otras amenazas como las plagas, etc.

En relación a las **ordenaciones de montes en Aragón** la situación es aún, si cabe, más problemática pues **en el año 2012 apenas el 2,7% de la superficie forestal contaba con un plan dasocrático en vigor** y aunque en estos años ha mejorado la cosa, gracias al impulso de la administración, seguimos muy lejos de otras comunidades autónomas en materia de ordenación forestal. Los cambios normativos realizados en la administración han mejorado la situación pero sigue siendo **necesario mejorar los mecanismos de contratación para permitir ceder más papel a entes privados en la gestión forestal de los montes** ante la dificultad de la administración de llegar a una gestión efectiva del territorio.

Si algo se observa con claridad en esta realidad forestal es la **falta de un potente sector industrial de valorización de estos recursos** distribuido por los territorios más forestales de la comunidad autónoma. Tampoco abundan los planteamientos de valorización de los recursos madereros de forma integral que ayude a movilizar recursos para la explotación de los montes. En algunos casos se está abusando de procedimientos negociados u

otras contrataciones a pequeñas empresas y no se está **atendiendo a proyectos de mayor interés que unan la explotación del monte con la valorización local de los productos madereros**. Porque solo con industria maderera comarcal y valorización de los restos se podrá producir una importante movilización de madera que es lo que precisa con urgencia nuestros montes. **Es necesario promover empresas con capacidad de modernización, de inversión, de innovación y de apostar fuerte por el sector**. En este sentido se puede echar un tanto en falta la pérdida de la tradición que había en los ayuntamientos de movilizar madera para sus necesidades económicas, la **falta de empresas solventes técnica y económicamente en el territorio para hacer los aprovechamientos y la falta de práctica de los funcionarios de la administración para la movilización de la madera**.

Otra materia donde se observan carencias que debería solventar la administración es en la **falta de unas directrices básicas de gestión de las diferentes tipologías de masas forestales que nos podemos encontrar**. Esta herramienta está muy desarrollada en muchos países europeos como los nórdicos, Alemania y nuestra vecina Francia y es de **gran utilidad para facilitar los planes dasocráticos de los montes**. Existen por el contrario interesantes pliegos para la redacción de los planes de gestión pero que cargan mucho trabajo sobre los inventarios y sobre la investigación de los redactores para plantear los tratamientos a realizar en las distintas formaciones y no siempre con suficiente información de apoyo. Por ejemplo en el País Vasco, y en otras regiones, se ha **trabajado a nivel autonómico los datos LIDAR y los resultados disponibles en la web pública del tema forestal** cuelgan como una herramienta muy facilitadora para los trabajos de inventario de los montes.

Tampoco ha ayudado para incrementar la movilización de la madera la existencia en el sector de empresas que han abusado de su cierta informalidad y de en ocasiones falta seria de profesionalidad por la falta de inversiones y medios de las mismas tanto en maquinaria como en medios humanos convenientemente formados. **Es necesario empresas con mayor nivel en la gestión económica, mayor conciencia ambiental, mayor formación de sus trabajadores y mejor equipamiento de maquinaria** para actuar en unos montes que por otro lado presentan serias dificultades para la extracción maderera.

No podemos olvidar que en Aragón, y también en Teruel, hay en los montes un problema también, debido al abandono de la gestión pues hace 40 años, de condiciones de las infraestructuras para la gestión de los montes. En muchos casos tenían incluso mejores condiciones de explotación unos cuantos de los montes hace cuarenta años que ahora. **Hay un importante déficit de infraestructuras tanto en su densidad y grado de cobertura del territorio como también en su estado de conservación y condiciones para el acceso de maquinaria y camiones**.

En algunos entornos particulares de Teruel a todos estos problemas hay que unir la existencia de montes de **sociedades que presentan importantes**

problemas administrativos o también áreas con una gran atomización de las propiedades. Ante estas situaciones parece que la mejor estrategia es la **creación de gestoras de los montes proindivisos** que transfiera la gestión corriente de la misma a juntas que asimismo puedan contratar gabinetes técnicos que faciliten la ejecución de aprovechamientos y mejoras en los mismos.

7.6 Medidas y mejoras a llevar a cabo para incrementar la movilización de madera y biomasa y facilitar una gestión efectiva de los montes en Aragón.

A continuación se enumeran una serie de medidas que se considera serían de gran ayuda para conseguir incrementar de forma radical la movilización de madera y biomasa de los montes aragoneses, y particularmente los turolenses y son:

- Se propone el modificar las condiciones para la obtención de una **licencia de corta** para que su **concesión sea más rápida y donde la no respuesta ágil de la administración suponga un silencio positivo**. En esta dirección bastaría con ampliar normativamente las cantidades o superficies que ya gozan actualmente de esta prerrogativa.
- Sería muy beneficioso para el sector el sacar anualmente **ayudas económicas públicas para ayudar a la redacción de los planes técnicos de gestión** de los montes públicos y privados.
- En los montes que cuenten con proyecto de ordenación o plan técnico de gestión aprobado se deben agilizar especialmente la obtención de licencia para los aprovechamientos que deberían ser aprobados en un máximo de 15 días desde su solicitud.
- Se deben establecer para las distintas tipologías de masas y situaciones naturales que nos podemos encontrar en los montes de unas **directrices selvícolas simplificadas y muy prácticas teniendo en cuenta la realidad de nuestros montes y** de la salida económica de los potenciales productos madereros. Esto permitiría **facilitar enormemente la redacción de los planes técnicos de gestión** que podrían trabajar con estas herramientas mediante la **adhesión** a las mismas para simplificar la redacción de los mismos. Estos itinerarios selvícolas serán especialmente útiles para la gestión de montes de pequeñas extensiones donde la realización de planes dasocráticos puede ser muy onerosa para los propietarios. Ello se traduciría en que un propietario podría con un pequeño documento donde se caracterice el tipo de formaciones que se encuentran en su monte y su compromiso para adherirse de forma voluntaria a los itinerarios selvícolas propuestos para las tipologías de masas que se encuentren en su propiedad obtener la aprobación para la gestión de su predio forestal.
- Se debe dar **mayor flexibilidad a las subastas que queden desiertas** y facilitar el poder negociar la adjudicación a empresas en los

- siguientes 15 días** a una subasta fallida con la posibilidad de reducir la cuantía en un porcentaje del entorno del 10%
- **La administración aragonesa** podría optar, dado su déficit de personal para la gestión forestal, a la **contratación de personal para la movilización de la madera** como han realizado y están realizando otras comunidades autónomas con un gran éxito. Buscar dinamizadores del sector con importante formación en la valorización de la madera y en la explotación de los montes es muy conveniente. Estos profesionales quizás deba venir de otras comunidades autónomas donde está más desarrollado el sector y están más habituados. Debe ser un **pérfil práctico y muy negociador** para involucrar en esta política a técnicos tanto forestales como medioambientales, a los propietarios forestales, a las industrias del sector y también a los agentes de protección de la naturaleza para limar posibles problemas.
 - Se debe redactar una guía para definir con precisión la forma en que se deben tramitar los aprovechamientos para facilitar a los distintas áreas de la región la forma en que deben tramitarse.
 - Se debe volver a **mover y sacar ayudas para el asociacionismo de los propietarios forestales y las agrupaciones de montes privados y públicos**. Ello permitiría poder compartir la gestión una extensión suficiente de superficies que hicieran factible la asistencia técnica por consultoras privadas que les ayuden a movilizar sus recursos. También estas escalas de trabajo y colaboración entre propietarios permitiría también la posibilidad de atraer al territorio proyectos de valorización de los recursos madereros (industria forestal) que necesitan una garantía de suministro de madera de suficiente cantidad.
 - No se deben descuidar **estudios rigurosos e innovadores sobre las potencialidades de los recursos de nuestros montes** y también estudios de alcance de los crecimientos, alturas, sanidad, fauna cinegética a nivel comarcal para que puedan **servir de información importante y de ayuda para la redacción de los planes dasocráticos**. Estos planes deben reducir al máximo, gracias a la información comarcal que nos puede dar el **trabajo con los datos LIDAR o los inventarios de fauna, el desarrollo de los trabajos de inventario**, definición de la silvicultura a proponer y de la situación y medidas para la defensa de los montes frente a los incendios forestales.
 - Es necesario modernizar el tejido productivo del sector forestal y para ello puede ser muy conveniente el **promover la celebración de ferias o potenciar la formación de los distintos sectores involucrados**, etc y con todo ello se debe buscar también la atracción de empresas o inversores del territorio o de fuera del mismo que quieran apostar por el desarrollo del sector. No se debe seguir dejando desaprovechar este potencial por la desidia de la administración y los responsables políticos.
 - Un importante problema, que ocurre especialmente con el pino silvestre, es el tema de la **rigidez en las fechas en que se deben realizar los aprovechamientos por temas de sanidad forestal**

principalmente. Así en el caso del pino silvestre en las zonas de montaña, y especialmente de alta montaña, estas restricciones de aprovechamiento temporal por la amenaza del *Ips acuminatus*, donde se concentran las existencias de esta especie forestal tan importante para el aprovechamiento maderero, pueden suponer un importante handicap para la viabilidad técnica y económica de estos aprovechamientos. Al limitar durante los meses de la primavera y mitad del verano el aprovechamiento de pino silvestre se está cercenando la mejor época climática para su ejecución en un medio espacialmente hostil para los aprovechamientos por el húmedo clima. Se debe **flexibilizar estas restricciones y modificarlas con un mayor control real en el terreno de estos aprovechamientos para limitar al máximo los riesgos** estando muy vigilantes con la obligación de mover las maderas en cortos periodos de tiempo.

- Se debería incorporar, ahora con la **negociación de la nueva Pac**, la posibilidad de que igual que se asesoran a las explotaciones agrícolas y la gente que se incorpora al sector se pueda hacer algo muy parecido con los propietarios forestales e incluso con las empresas forestales. Al **subvencionar el asesoramiento a estos propietarios para la gestión de los terrenos forestales**, en muchas ocasiones públicos, se puede conseguir movilizar la gestión de sus propiedades con la ayuda de estos técnicos. Es obvio que la administración no tiene actualmente los medios humanos suficientes para la gestión de los predios forestales ni los públicos y muchos menos los privados.
- En Aragón ya existe la normativa que hace posible la iniciativa privada para la gestión forestal pero se debe potenciar más, y no solo pensando en grandes empresas madereras o en la movilización de biomasa, y facilitar para otro tipo de **iniciativas para la gestión o custodia de montes para periodos de 15 años ampliables**. Con estos instrumentos se podría conseguir garantizar una gestión efectiva sobre los montes. Se debe **salvaguardar y agilizar que una vez entregado el proyecto de gestión de estos predios se responda con prontitud para su gestión efectiva** por la entidad promotora y que pueda empezar a actuar inmediatamente en el monte.
- Otra medida de gran interés, y que apenas se ha desarrollado en nuestra comunidad autónoma con la excepción de una comarca de Teruel, es el **desarrollo de los PORF comarcales** que buscan la ordenación de los recursos forestales a un nivel territorial y de cantidad de recursos a movilizar que permitiría el **desarrollo e implantación de centros transformadores y de puesta en valor de estos recursos**. En esta dimensión territorial se puede alcanzar un volumen de recursos a movilizar suficientes para atraer un compendio de industrias que transformarían la realidad forestal del territorio. Los **desarrollos forestales más exitosos se han apoyado en estas unidades territoriales de comarcas** y por economía de escala las estrategias municipales tienen muchas menos posibilidades de conseguir estos objetivos.

- También se debe incorporar la posibilidad de centralizar la movilización de recursos madereros en un territorio mediante la creación de las **plataformas de venta de madera** que puede ser tanto de propiedad pública como privada. Ello permitirá unir lotes y atraer un mayor espectro de empresas a las licitaciones que podrían gozar de mejores condiciones para conseguir ofertas al abaratar y racionalizar el desplazamiento a la zona de las empresas licitadoras y sacar lotes atractivos para la movilización de las mismas.
- Necesario seguir **potenciando la realización de actividades demostrativas y formativas en relación a la mejora de los sistemas y maquinaria para la explotación forestal mixta de madera y biomasa** y que deben motivar para el avance y mejora de las empresas que trabajan en el territorio.
- Tanto en los proyectos de ordenación como en los planes técnicos de gestión como en las mismas propuestas de aprovechamientos anuales se debe optar por **sacar aprovechamientos plurianuales que concentren la posibilidad de varios años en uno o dos años para reducir los costes de traslado y asentamiento de la empresa ejecutora** en la zona, facilita la contratación de personal local o incluso el asentamiento de población si se encadenan aprovechamientos en el entorno una serie de años seguidos.
- También se debería optar en estos aprovechamientos por **trabajar más a "riesgo y ventura" para hacer más fácil el control por la administración del avance de los trabajos** al limitarse a revisar intensidades de extracción, tipo de madera que se extrae y superficies que se recorren. En estos casos se puede **señalar el tipo de selvicultura a ejecutar** llevando al contratista a parcelas de muestra donde se pueda observar el tipo de trabajo que se quiere realizar. Para luego garantizar la buena ejecución se podrá revisar la adecuación de los trabajos y ante una mala ejecución proceder a la sanción al mismo tiempo que se pueda limitar la contratación de las empresas con mala praxis en posteriores licitaciones por un periodo de tiempo.
- Se debe trabajar la posibilidad de **formalizar la posibilidad de sacar licitaciones, sobre todo en terrenos públicos, con la obligación de entrega a fábrica o polígono transformador como herramienta para facilitar la implantación de industrias** en nuestras comarcas de montaña. En este caso se juega con la posibilidad de garantizar a la industria que se quiera establecer los recursos necesarios para que tenga un **suministro** de madera y a un precio adecuado para que permita movilizar la madera en el territorio.
- También es muy importante **poner en relación la gestión forestal con las estrategias de protección de los montes frente a los incendios forestales para lo que se puede recurrir también al asociacionismo para la defensa frente a incendios a nivel comarcal**. Se trata de compartir estrategia entre los gestores de los montes y los responsables de la protección frente a los incendios a lo que también se deben incorporar las asociaciones ganaderas que son un

actor principal en esta estrategia de protección integral frente a los incendios forestales.

- Un punto también muy importante es **trabajar decididamente con la población urbana para revertir la, en general, falta de información o incluso desinformación que tienen en relación a la necesidad de la gestión forestal** y de la ejecución de aprovechamientos para garantizar la continuidad y buen funcionamiento de los ecosistemas naturales. Es un gran déficit de la gestión forestal en nuestro país y particularmente en Aragón y que nos podría reducir muchos de los choques que hay actualmente, y habrá en el futuro, entre la opinión pública y la gestión forestal en el territorio. Hay que saber explicar y hacer comprender la necesidad de gestión que necesitan nuestros montes y las consecuencias terribles que tendría la inacción.
- En relación a la industria en nuestra comunidad autónoma de Aragón hay mucho por hacer pues es ya terriblemente **urgente el desarrollo del sector industrial relacionado con la madera y la biomasa**. De desarrollarse el mismo se convertiría en el mayor movilizador de la madera y activador de la gestión forestal sostenible de la comunidad autónoma. Para ello se debe por un lado **estudiar y apoyar técnicamente la puesta en valor de nuestras maderas**, como se ha hecho desde Cesefor en Castilla y León o con otros centros de investigación en otros territorios, y por otro lado favorecer su implantación en el territorio agilizando las autorizaciones para su implantación, cediéndoles terrenos y favoreciendo los contratos de suministro.
- Se debe hacer un **planteamiento riguroso y específico para la ejecución de claras en las importantes superficies forestales originadas por los trabajos de repoblación** y donde tenemos unos recursos movilizables importantes y relativamente homogéneos. En este sentido se debe avanzar tanto en los sistemas de extracción, como en los sistemas de inventario y como en la elaboración de una propuesta de silvicultura. que se debe simplificar al máximo realizando propuestas de aplicación amplia, y especialmente en la valorización de este recurso como se ha hecho en otros países buscando usos que maximicen las características dimensionales de estos productos y no reducir su uso para la desintegración y aprovechamiento biomásico.
- Otro potencial freno para la actuación en nuestros montes es la **necesidad de mejorar ostensiblemente el grado de colaboración y sinergia entre los trabajos y estudios realizados por los responsables de la gestión de los montes con los responsables de la protección de la flora y fauna del territorio**. Se debe cambiar radicalmente la tendencia a trabajar en espacios estancos de estos profesionales y favorecer el intercambio de conocimientos entre ambos estamentos que están **condenados a entenderse para poder preservar nuestra riqueza forestal y medioambiental**. Es necesario que se estudie conjuntamente las propuestas selvícolas y los sistemas

de explotación de los montes para que se pueda concitar el acuerdo entre ambos puntos de vista. Para ello quizás sea necesario la investigación por **equipos multidisciplinares** de los antes mencionados itinerarios selvícolas a establecer para las principales tipologías de masas forestales que encontramos en nuestro territorio.

- Otro tema a solventar sería el tema de la dificultad que se puede encontrar para la inclusión de las mejoras que son necesarias realizar en las infraestructuras o en el monte de naturaleza no selvícola en las subastas del aprovechamiento por priorizar excesivamente el tema económico. Es importante el potenciar la celebración de concursos donde se les pueda dar opción a la propuesta de mejoras y a la incorporación de actuaciones de mejora de las infraestructuras y de los montes y no únicamente del aprovechamiento maderero.
- Un handicap que también repercute en la movilización de la madera son las **fuertes restricciones normativas que hay a nivel nacional en relación al transporte (pesos máximos)** y que nos pone en claras condiciones de desventaja en este sector con respecto a otros países europeos. De conseguirse un incremento del peso movilizable por el transporte se podrían reducir de forma importante los costes de este factor del precio de la madera y que es especialmente importante en comunidades como Aragón con una densidad especialmente baja de industrias de valorización del recurso maderero. En este sentido existe una solución sencilla y barata, revisar al alza la normativa que fija las masas máximas permitidas para el transporte forestal, tal y como pasa en gran parte de los países de la UE, entre ellos Francia y Portugal. El aumento del límite de transporte de la carga a un máximo de 60 toneladas y aumento del tamaño de los camiones. En España, el límite a la longitud de un vehículo son 18,75 metros y 40 toneladas de carga.
- En relación al sector de la biomasa se debería atender también la necesidad de apostar por el desarrollo tecnológico de los sistemas de valorización y extracción de la biomasa de los montes, el mejorar la eficiencia energética de las calderas, la reducción de los costes de producción de la astilla, el fomento de los usos de bionergía, la necesidad de asegurar el suministro de recursos a las plantas de valorización energética de la biomasa, el desarrollo logístico de estos recursos, etc.
- Un aspecto de gran importancia, que podría suponer un vuelco en el interés de los recursos biomásicos forestales, es el avance en **investigaciones** como la que se lleva años realizando para la **producción de biocarburantes a partir de materias primas lignocelulósicas o las relativas a la cogeneración con multi-combustibles** buscando optimizar su eficacia o los prometedores avances de las **biorefinerías** para la producción mixta de: biocarburantes, energía eléctrica y bioproductos químicos.
- En cualquier caso, y como se desarrolla en este estudio, parece que actualmente la valorización de los recursos biomásicos que tienen más

opciones son los relativos al aprovechamiento térmico o el termo-eléctrico con distintas opciones del sistema de valorización en escala y alcance y que debe ir unido a una gestión efectiva de los aprovechamientos forestales con un objetivo de multiproducción o multiservicios. A este respecto parece que el apoyo de la administración a las plantas de biomasa de pequeño tamaño, de menos de 2 MW, parece que es la solución óptima para movilizar estos recursos.

7.7 Problemas de enfoque que dificultan la movilización de los recursos biomásicos

De la experiencia en otros ámbitos, y en otras zonas geográficas, pueden identificarse los tipos de errores que han de evitarse pues pueden suponer a medio plazo un freno para el objetivo de maximizar la movilización de estos recursos en este territorio:

- Que **cada propietario vaya por su cuenta, compitiendo entre sí** y limitando la posibilidad de implantar un tejido industrial o transformador o de puesta en valor del recurso a nivel del territorio ya sea este: la comarca, varios municipios, un municipio, etc.
- Que la **materia prima abandone el territorio sin transformar** y con ello no posibilitando unos trabajos y gestiones que constituyen un importante granero de generación de empleo y riqueza. **Como mínimo se debería intentar un proceso de densificación de la biomasa o de mejora de su calidad con procesos de secado y/o clasificación.**
- Que se caiga en una **explotación selectiva de las zonas más rentables y accesibles para exportar materia prima**, generando rentas a corto plazo, pero descapitalizando los montes de las maderas más accesibles y cuya disponibilidad son muy adecuadas para el inicio de la actividad.
- **Trabajar de forma anárquica con empresas de gestión forestal sin formación y con mal equipamiento que generen malas praxis e incluso accidentes** que pueden lastrar gravemente el desarrollo de este sector. Esto podría provocar un fuerte rechazo de los pobladores del territorio, los turistas, las asociaciones conservacionistas y de la sociedad en general.
- **Dejar el control de nuestros montes en manos de los inversores (ceder derechos por "n" años sin suficiente control y contrapartidas).** Es muy importante negociar en conjunto para buscar la solución óptima para maximizar la generación de economía, empleo y mejora de las formaciones forestales en el territorio.
- **Seguir una política excesivamente conservacionista que preserve los ecosistemas con un exagerado recurso a la no actuación.** Ello puede producir una acumulación de combustible y

vegetación que haga especialmente peligrosas las masas forestales. Ello nos puede llevar a la posibilidad de vernos afectados por un gran fuego que pueda devorar amplias extensiones de terreno con un gran valor natural y paisajístico.

7.8 Otras dificultades para la movilización de este recurso y forma de sortearlo.

- En relación a los importantes costes de explotación de estos recursos y las bajas rentas que pueden generar a los propietarios de los bosques es necesario **trabajar en el reconocimiento en las políticas europeas del pago por los servicios ambientales y la función de los bosques y ecosistemas naturales como sumideros de carbono**. También hay importantes iniciativas en el sentido de apadrinar montes o defenderlos contra incendios a través de la inversión de entidades o ciudadanos concienciados. Todo esto se debe trabajar para hacer viable económicamente las explotaciones de biomasa actualmente no rentables económicamente pero muy necesarias para la gestión de estos recursos naturales.
- También una importante dificultad se puede encontrar por el **desajuste entre oferta y demanda** por lo que se debería enfocar los proyectos a la gestión del proceso **integrando** en la misma organización a los propietarios de recursos forestales y las empresas de valorización energética de la biomasa.
- También podría haber algún problema con la financiación pero actualmente ya **se han creado interesantes herramientas para facilitar la financiación ya sea a través de entidades bancarias o grupos de inversión** que ya conocen perfectamente las garantías de rentabilidad que pueden proporcionar estos proyectos. También se sabe más sobre la sostenibilidad de estas inversiones para personas concienciadas en la lucha contra el cambio climático y en pro del desarrollo rural.
- Pero quizás la principal herramienta para potenciar este desarrollo se encontraría en integrar la valorización de los recursos madereros y biomásicos de lleno con la estrategia de defensa contra los incendios forestales. Con un mayor número de tratamientos selvícolas económicamente viables se podría mejorar mucho más la situación de los montes frente a los incendios forestales que con los medios actuales de actuación que nos brindan las **cuadrillas terrestres**. Modelos de actuación frente a incendios apoyada en cuadrillas forestales privadas que de forma normal operan en masas densas durante buena parte del año y que permanecen durante el verano en estado de alerta para poder actuar si se precisa su movilización. Para estas **cuadrillas se reserva un importe económico para cubrir el potencial déficit económico que se pueda generar por las actuaciones en**

determinadas formaciones no sean rentables y como pago a su disponibilidad frente a incendios.

- También es necesaria la **integración y coordinación con los subsectores que suministran otro tipo de biomasa (agrícola, agroindustrial, industrial forestal, residuos sólidos urbanos) para dar pie a una oferta más predecible y pautada** que reduzca las tensiones en la fijación de los precios. Finalmente, cada vez será más importante recabar en la calidad final del producto ofertado, adecuándose a las necesidades de los centros de consumo, refinando el difícil equilibrio entre la aportación de utilidades y el coste final.

7.9 Movilización de los recursos biomásicos en propiedades privadas.

Para mejorarla se propone la simplificación normativa eliminando la autorización previa y **confiando en el buen criterio de los ingenieros y los promotores**. Por ejemplo las masas de quercíneas: encinas, quejigos y rebollos, que tradicionalmente se han dedicado a suministrar energía a los hogares y las industrias, son mayoritariamente de propiedad particular. La biomasa que se puede obtener de estas superficies es de primera calidad. La movilización de esta biomasa debe ser un objetivo prioritario de gestión forestal por las importantes mejoras que se producen en estas formaciones con la actuación en las mismas.

Parte de los motivos del mal funcionamiento del mercado se deben a la regulación de los aprovechamientos prevista en la Ley de Montes de 1957 y su reglamento vigente hasta 2003, en la que se requería licencia de aprovechamiento para todos los aprovechamientos de madera particulares, excepto los aprovechamientos de especies de crecimiento rápido y las leñas de uso propio (Art. 229, y 231 del Reglamento de Montes de 1962). Esta regulación ha permitido un mercado ágil para las especies de crecimiento rápido mientras obstaculizaba el aprovechamiento en las fincas de especies de crecimiento lento.

La Ley de Montes de 2003 permite el desarrollo de una regulación pública, bien sean **planes dasocráticos o PORF**, que **evite el trámite de autorización previa, conceda al propietario unos derechos y unas obligaciones objetivas** y conceda a la administración y a la sociedad civil en general un control que ahora no tiene.

Es fundamental la aprobación de los PORF enfocados como normativa de aplicación práctica que permitan la eliminación de forma general de la autorización previa.

Resulta evidente que es necesario un **fomento de la agrupación de montes** de propiedad privada en unidades de gestión más efectivas. De igual forma es necesario que se incremente la superficie gestionada con implantación de instrumentos de gestión y previsión de cortas.

8 ÁMBITO DEL ESTUDIO

El ámbito de estudio abarca grupos de desarrollo local que agrupan un gran número de municipios que comprenden en su conjunto la totalidad de los pertenecientes a la provincia de Teruel.

Se trata de un entorno geográfico muy variado que comprende terrenos de montaña, media montaña, meseta y de la depresión del Ebro. Una parte importante del territorio está cubierto por vegetación natural con una interesante proporción de su superficie cubierta por formaciones arboladas con recursos madereros y naturales y/o extensas plantaciones de cultivos leñosos. Es sobre estos municipios con mayores recursos donde se centrarán los estudios de caracterización de los mismos. El territorio estaría comprendido por:

Andorra-Sierra de Arcos (9 municipios)

Alacón, Alloza, Andorra, Ariño, Crivillén, Ejulve, Esterciel, Gargallo y Oliete.

Jiloca (40 municipios)

Allueva, Bádenas, Báguena, Bañón, Barrachina, Bea, Bello, Blancas, Bueña, Burbáguena, Calamocha, Caminreal, Castejón de Tornos, Cosa, Cucalón, Ferrerueta de Huerva, Fonfría, Fuentes Claras, Lagueruela, Lanzuela, Loscos, Monforte de Moyuela, Monreal del Campo, Nogueras, Odón, Ojos Negros, Peracense, Pozuel del Campo, Rubielos de la Cérida, San Martín del Río, Santa Cruz de Nogueras, Singra, Tornos, Torralba de los Sisonos, Torre los Negros, Torrecilla del Rebollar, Torrijo del Campo, Villafranca del Campo, Villahermosa del Campo y Villar del Salz.

Comunidad de Teruel (46 municipios)

Ababuj, Aguatón, Aguilar del Alfambra, Alba, Alfambra, Almohaja, Alobras, Alpeñés, Argente, Camañas, Camarillas, Cañada Vellida, Cascante del Río, Cedrillas, Celadas, Cella, Corbalán, Cubla, El Cuervo, Cuevas Labradas, Escorihuela, Fuentes Calientes, Galve, Jorcas, Libros, Lidón, Monteagudo del Castillo, Orrios, Pancrudo, Peralejos, Perales del Alfambra, El Pobo, Rillo, Riodeva, Santa Eulalia, Teruel, Tormón, Torrelacárcel, Torremocha de Jiloca, Tramacastiel, Valacloche, Veguillas de la Sierra, Villarquemado, Villastar, Villed y Visiedo. Menos (Alobras, El Cuervo, Tormón y Veguillas de la Sierra).

Sierra de Albarracín (25 municipios)

Albarracín, Bezas, Bronchales, Calomarde, Frías de Albarracín, Gea de Albarracín, Griegos, Guadalaviar, Jabaloyas, Monterde de Albarracín, Moscardón, Noguera de Albarracín, Orihuela del Tremedal, Pozondón, Ródenas, Royuela, Rubiales, Saldón, Terriente, Toril y Masegoso, Torres de Albarracín, Tramacastilla, Valdecuencia, El Vallecillo, Villar del Cobo, Alobras, El Cuervo, Tormón y Veguillas de la Sierra.

Maestrazgo (15 municipios)

Allepuz, Bordón, Cantavieja, Cañada de Benatanduz, Castellote, La Cuba, Fortanete, La Iglesuela del Cid, Mirambel, Miravete de la Sierra, Molinos, Pitarque, Tronchón, Villarluego y Villarroya de los Pinares.

Gúdar-Javalambre (24 municipios)

Abejuela, Albentosa, Alcalá de la Selva, Arcos de las Salinas, Cabra de Mora, Camarena de la Sierra, El Castellar, Formiche Alto, Fuentes de Rubielos, Gúdar, Linares de Mora, Manzanera, Mora de Rubielos, Mosqueruela, Nogueruelas, Olba, La Puebla de Valverde, Puertomingalvo, Rubielos de Mora, San Agustín, Sarrión, Torrijas, Valbona y Valdelinares.

Bajo Aragón (20 municipios)

Aguaviva, Alcañiz, Alcorisa, Belmonte de San José, Berge, Calanda, La Cañada de Verich, Castelserás, La Cerollera, La Codoñera, Foz-Calanda, La Ginebrosa, Mas de las Matas, La Mata de los Olmos, Los Olmos, Las Parras de Castellote, Seno, Torrecilla de Alcañiz, Torrevelilla y Valdealgofa.

Matarraña/Matarranya (18 municipios)

Arens de Lledó, Beceite, Calaceite, Cretas, Fórnoles, La Fresneda, Fuentespalda, Lledó, Mazaleón, Monroyo, Peñarroya de Tastavins, La Portellada, Ráfales, Torre de Arcas, Torre del Compte, Valdeltormo, Valderrobres y Valjunquera.

9 CARACTERIZACIÓN Y ESTUDIO DE LAS PRINCIPALES FORMACIONES ARBÓREAS EN RELACIÓN A LOS TRATAMIENTOS SELVÍCOLAS RECOMENDABLES A EJECUTAR Y LA BIOMASA EFECTIVA EXPLOTABLE.

9.1 Introducción

Se quiere estudiar y aportar información de los distintos modelos de **formaciones arbóreas más representativas** que nos podemos encontrar en este amplio territorio de la provincia de **Teruel** y estudiar a fondo para cada una de éstas las **posibilidades de silvicultura y gestión aplicables y sus implicaciones en la generación de recursos madereros y biomásicos**. Para la diferenciación de las formaciones arbóreas se atenderá a las características principales de las mismas como: especie o especies principales, densidad, clase de edad, calidad de la estación, condiciones físicas del terreno, etc.

Se llevará a cabo un estudio de estas formaciones tipo diferenciadas para la definición de los tratamientos más recomendables a realizar en las mismas que cuenten con la aceptación de las autoridades forestales y medioambientales. Definidas las características medias de las mismas y la silvicultura a aplicar se podrán estimar la biomasa movilizable, los sistemas y costes de explotación que se proponen, etc. Es importante **integrar la producción de biomasa dentro de la generación de otros recursos directos como la madera principalmente pero también de los indirectos (mejora para la ganadería, riesgo de incendios, caza, etc)** que van a producirse por la actuación en esas formaciones arboladas.

9.2 Los objetivos de los tratamientos selvícolas con aprovechamiento biomásico

Los tratamientos más convenientes en masas en formación, como son la mayoría en nuestro país, serían las **claras**. Estas actuaciones tienen por objetivo principal **reducir la espesura del rodal liberando espacio para los árboles mejor conformados y más prometedores**. El esfuerzo debería centrarse en esos árboles de porvenir, a los que debería mimarse y protegerse, intentando **extraer**, no tanto los árboles dominados pues esta actuación tendría escasa aportación selvícola sino, **aquellos dominantes y codominantes que estorbaran a los más prometedores de cada rodal**.

Necesitamos **cambiar el paradigma de la prevención frente a incendios** en nuestro país, que se ha centrado los últimos años en la realización de áreas **cortafuegos o costosas labores selvícolas**, de alcance superficial excesivamente limitado que deja grandes extensiones carentes de intervención, y **sustituirlo por una aplicación de una silvicultura sencilla**

y rentable en áreas mucho más extensas, superando el abandono de las masas. El beneficio inmediato para el propietario del monte no sería muy elevado, porque no obtendría más allá de entre 3 y 10 € por tonelada en el mejor de los casos pero que permitiría reducir de forma importante el riesgo frente a incendios forestales.

La silvicultura a llevar a cabo tiene por objetivo mejorar las formaciones arboladas y la clave para ello es que los tratamientos se conciben como **labores culturales y no como cosecha** y que se confíe en una ejecución profesional y responsable. El señalamiento previo y el control exhaustivo de las operaciones de corta y saca, por ingenieros y agentes forestales expertos, resulta esencial para impedir que el maderista maximice su beneficio a costa del futuro del monte.

Pero la decisión técnica puntual requiere de **marcos de referencia que refuercen el conocimiento empírico**, actualizándolo con las lecciones aprendidas y los avances en el conocimiento académico. En este sentido, es importante **renovar parcialmente las propuestas de silvicultura mediterránea, la ordenación y otras disciplinas forestales** actualmente más empleadas para tener **en cuenta también este uso productivo biomásico**. Además es especialmente importante **atender las necesidades selvícolas de las repoblaciones de coníferas realizadas en el siglo XX**, que frecuentemente han alcanzado su máximo de productividad biológica y que se ven abocadas a un incierto futuro si no se producen intervenciones orientadas a favorecer su evolución futura.

Redactar y aprobar los modelos de gestión forestal o itinerarios selvícolas para las principales especies forestales de la región es muy necesario para facilitar una herramienta para la redacción de instrumentos de gestión forestal sostenible para los propietarios de superficies forestales de pequeña extensión, donde se contemple como un aprovechamiento importante el de la biomasa forestal junto con el de la madera.

9.3 Principales tratamientos selvícolas y sus sistemas logísticos.

9.3.1 Clareos

Estas intervenciones se llevan a cabo principalmente en la provincia de Teruel en **masas regulares de coníferas a turno medio o largo para madera** y muy excepcionalmente para frondosas con turno largo o muy largo para madera y en un altísimo porcentaje de ocasiones se lleva a cabo en terrenos con **pendientes inferiores al 30%**.

Este tipo de tratamientos **no se lleva a cabo de forma general por el elevado coste económico** que tienen estas intervenciones y también ya más actualmente por alguna motivación más ambiental que creemos pueda ser más fruto de la falta de experiencia e información de su repercusión.

El **sistema más habitual para su realización es la corta manual con motosierra y la reunión también manual en calles que se abren cada**

20 metros de forma sistemática a forma de pasillo o calle de desembosque. También es posible y con una práctica en ascenso en los últimos decenios el sistema **semimecanizado con el trabajo desde estas calles con una procesadora** que corta a hecho la misma y actúa desde la misma gracias al apeo manual hacia la misma de los árboles entre calles. En estos casos el 80% del apeo es manual y el 20% es mecanizado. **La saca a cargadero**, pista accesible para camión de transporte, se suele realizar con un tractor **autocargador** ya sea forestal o agrícola. **Se aprovecha el árbol completo para biomasa** que **se puede astillar o triturar en cargadero** para su posterior transporte al parque central de la planta de valorización o almacenaje. Pero también se puede **transportar en bruto** para su posterior **astillado en parque** central o planta de valorización de la biomasa cuando las distancias de transporte sean pequeñas. Incluso se puede llevar a cabo el **empacado** de ramas y arbolado entero para su posterior tratamiento en la planta.

9.3.2 Claras o resalveos.

Para este tipo de labor selvícola la forma de trabajo más común cuando el **árbolado no presenta grandes dimensiones** y se hacen claras por lo bajo es el **aprovechamiento de árbol completo** procediendo a su apeo ya sea **con multitaladora o con cosechadora convencional seguido de saca de árboles completos a cargadero con autocargador**. Posteriormente se puede proceder con la **trituración o astillado en el cargadero** y su recogida en un contenedor de forma simultánea o con posterioridad. Desde allí se llevará posteriormente hasta la central o planta de valorización. Otra opción es **cargar sin procesar, si la distancia a planta no es excesiva** de unos pocos kilómetros, el árbol completo con el mismo autocargador o con un camión de monte hasta la planta y proceder al astillado o triturado en el parque de entrada de la central de valorización biomásica. También se puede llevar a cabo un **proceso de empacado** que es muy utilizado para el transporte de la biomasa a mayores distancias y que está justificado para el aprovisionamiento de grandes plantas.

9.3.3 Últimas claras y cortas finales en terrenos suaves.

Para este tipo de actuaciones el sistema de aprovechamiento más practicado es el **integrado de madera y biomasa** donde es muy importante que se lleve a cabo por la **misma empresa** ejecutora de los trabajos para que se sincronice y optimicen al máximo los trabajos para obtener los mínimos costes de explotación de ambos recursos. **La madera se extrae y los restos se dejan bien acordonados para favorecer su posterior recogida.** La **saca** se realiza **con autocargador o tractor agrícola** con remolque cuando las condiciones de **pendiente son inferiores al 30%.**

En el caso de terrenos con **pendientes superiores al 30%** ya los trabajos se complican y en muchas ocasiones hay que recurrir al **apeo con motosierra y el desembosque con cable ya sea aéreo o por arrastre con el skidder.**

Ya con el árbol completo en pista se procederá a su elaboración mecanizada separando madera de biomasa y posteriormente transportando de forma separa ambos productos a las plantas de tratamiento o superficies de transferencia situadas en pistas accesibles para el tráiler u otro medio de transporte.

9.4 Recursos biomásicos de las formaciones arbóreas

Las características de la biomasa forestal pueden variar significativamente de acuerdo con las siguientes características: especie arbórea, parte de donde es extraída (ramas y puntas, raíces, troncos), tipo de matorral, grado de humedad presente, forma y modo de tratamiento, etc. Todas estas variables confieren características distintas a la biomasa y consecuentemente a su poder calorífico, condicionando el tipo de utilización más adecuado. Se diferencia por ello en los recursos leñosos entre la fracción maderable, la leñosa y los residuos forestales, y las vamos a intentar definir a continuación:

Fracción maderable: correspondiente a la fracción del tronco que corresponde con el leño o madera del árbol con un **diámetro en punta delgado de más de 7 cm**. Se elige este tope por ser el diámetro de corte más utilizado hasta el momento en las ecuaciones de cubicación en la industria. Se destinará en principio esta madera para un **aprovechamiento industrial como recurso maderero y no energético, siempre que la madera presenta buenas condiciones de rectitud, fibras, rentabilidad frente a otros aprovechamientos**.

Fracción leñosa: corresponde a **ramas laterales y riberón, a partir de diámetro en punta delgado inferior a 7 cm** y también tronco o ramas que no tienen un aprovechamiento maderable por la mala conformación del leño o su moderada longitud.

Biomasa forestal secundaria o residuos industriales, se refiere a la **materia orgánica residual (costeros, serrín, tacos, licores negros, astillas, etc.)** generada en los procesos de la industria de transformación de la madera (serrerías, fábricas de celulosa, fábricas de tableros y contrachapados, carpinterías e industrias del mueble) y restos de madera procedentes de otras actividades industriales o de reciclajes (**palés y embalajes**).

Residuos forestales que comprenden todos los **productos o subproductos resultantes de la ejecución de aprovechamientos y tratamientos selvícolas, fundamentalmente mediante claros y podas**, para el mantenimiento y mejora de los montes y masas forestales (mejora tecnológica de fustes, mejora de copas para la producción de fruto, mejora ornamental, etc.) Dichos residuos pueden ser aprovechados para la producción de energía térmica en calderas comunitarias o individuales.

Las operaciones que suponen la movilización de residuos forestales permiten un mayor y mejor desarrollo de las masas forestales en pie y con ello también

se fomenta la autoprotección de las mismas frente al riesgo de enfermedades, plagas e incendios al disminuir la presencia de combustibles en el territorio.

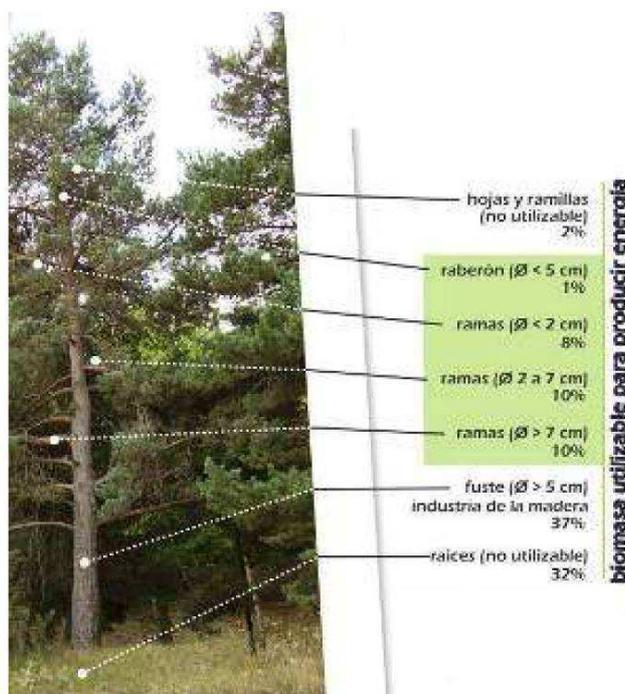


Imagen 1 : Esquema distribución porcentual de las distintas partes aprovechables del arbolado para la producción de energía a través de la valorización de la biomasa.

En general la biomasa aérea se divide generalmente dentro de los siguientes grupos: **acículas u hojas, ramas de diámetro menor de 2 cm, ramas con diámetro comprendido entre 2 y 7 cm y ramas de más de 7 cm** (MONTERO et al., 2005).

Las **hojas** deben extraerse en una proporción pequeña para no favorecer la pérdida de fertilidad del suelo, lo ideal sería **dejar la mayor parte** pero para ello se debería dejar las ramas en el terreno a secar para conseguir su caída in situ pero eso por tema de incendios no siempre es posible

La utilización de tocones y parte del sistema radical de los árboles, produce en general, un **fuerte impacto ambiental y una desestabilización de los suelos en pendiente**, por lo que **no es recomendable su extracción** en aprovechamientos de coníferas y frondosas **a excepción del chopo en cultivos en terrenos de muy moderada pendiente**. En el caso de las choperas es excepcional por la orografía de los terrenos que ocupan, llanos, y por la necesidad que se tiene de evitar el rebrote de los tocones, por lo que su extracción y utilización con fines energéticos puede tener viabilidad.

CLASE DE MATERIAL	CONTENIDO	INFLUENCIA
Material pequeño $\varnothing < 2$ cm.	Hojas, ramillas, trozos de corteza. Material abundante.	<ul style="list-style-type: none"> - Contienen la mayor parte de los nutrientes. - Se incorpora fácilmente al suelo. - En caso de incendio se propaga fácilmente y el riesgo es más alto, pero desaparece en poco tiempo. - No produce riesgo de plagas.
Material intermedio \varnothing entre 2 y 7 cm.	Ramas delgadas y rabeón. Material bastante abundante.	<ul style="list-style-type: none"> - Aumenta el riesgo de incendio durante varios años y dificulta el control en caso de que se produzca. - Su incorporación al suelo es lenta. - Muy poca influencia para plagas.
Material grueso $\varnothing > 7$ cm.	Ramas gruesas, trozos de tronco no comerciales, trozos rechazados por falta de calidad y dimensión. Son poco abundantes.	<ul style="list-style-type: none"> - Incrementa el riesgo de incendio y en caso de producirse dificulta mucho su extinción. - Contiene menos nutrientes que los anteriores. - Importante efecto sobre la propagación de plagas. - Impacto negativo sobre zonas recreativas.

Tabla 6 : Clasificación de los residuos forestales por su dimensión. Fuente Estudio sobre utilización de biomasa con fines energéticos.

En la actualidad, los inconvenientes asociados a estos residuos son: la dispersión, la ubicación en terrenos de difícil accesibilidad, la variedad de tamaños y composición, el aprovechamiento para otros fines (fábricas de tableros o industrias papeleras), las impurezas (piedra, arena, metales) o el elevado grado de humedad.

Residuos agrícolas. Se incluyen en esta denominación todos los residuos orgánicos y restos vegetales que se generan por los cultivos agrícolas directamente en el campo o en el invernadero. Comprenden las **podas de cultivos arbóreos, la paja y los restos vegetales del resto de cultivos.**

9.5 Modelos de gestión selvícola compatibles con el aprovechamiento biomásico.

Los modelos están planteados para un caso general de características medias y no singulares, y por ello no se puede garantizar su adecuación en todos los casos posibles. La conveniencia de su aplicación a una masa forestal concreta puede depender de múltiples circunstancias, por lo que se recomienda al propietario la consulta a técnicos forestales cualificados en este campo. En todo caso, los aprovechamientos maderables y leñosos deben respetar las siguientes directrices independientemente del modelo que se seleccione:

1. Se deben llevar a cabo el tipo de **intervenciones selvícolas** (clareo, clara, clara selectiva, corta a hecho con resalvos, corta de regeneración, etc.) que **corresponde a cada estado o fase de desarrollo del arbolado**. En los clareos y claras, los árboles que se cortan deben seleccionarse de tal forma que la masa principal (árboles que no se cortan) tenga un adecuado desarrollo y una calidad fenotípica superior. Los resalvos y pies que se dejan en las cortas a hecho con resalvos deben presentar unas características de diámetro y altura iguales o superiores a la media de sus coetáneos y especialmente debe ser **favorable su coeficiente de esbeltez** en relación a la estabilidad del arbolado.
2. El peso de las intervenciones selvícolas, en el caso de clareos y claras el **porcentaje de árboles que se extraen** en las mismas o el número de resalvos a dejar, deben situarse **dentro de los intervalos recomendados**.
3. **La rotación de las intervenciones**, es decir el intervalo de tiempo entre una intervención selvícola y la siguiente, deben **respetarse las recomendaciones** que contengan los **itinerarios selvícolas**.
4. **El turno o edad de madurez**, es decir la edad a la que se realizan las cortas de regeneración, **también debe ser respetado**.

En función de las condiciones de cada tipo de masa, **las intervenciones selvícolas podrán diferir de las directrices cuantitativas medias** marcadas en cada modelo en **un máximo del 30 %** (peso y rotación de las intervenciones y turno). La fase de desarrollo de una masa de una determinada calidad puede conocerse en función de la altura de los árboles dominantes de la masa.

En los casos en los que se lleven a cabo cortas de regeneración debe prestarse **especial cuidado para garantizar la regeneración de la masa**. En las cortas por aclareo o a hecho en dos tiempos no debe realizarse la corta final hasta que la nueva generación esté asegurada. Por contra, tampoco se debe retrasar demasiado esa corta final para no causar excesivos daños al regenerado por las últimas cortas.

Las cifras de producción de los itinerarios silvícolas propuestos son meramente orientativas, pudiendo variar en función de la calidad de la estación, y en ningún caso suponen una garantía por parte de la administración ni resultan válidas para la obtención de cualquier tipo de certificado, calificación o justificante que esté relacionado con la cantidad de material leñoso que se obtenga del aprovechamiento. La realización de podas de formación, penetración o mejora de calidad tiene siempre carácter opcional de cara al seguimiento del modelo.

El compromiso de seguimiento del modelo conlleva también el de que la **ejecución de las actuaciones se ajuste a las directrices y recomendaciones del "Manual sobre criterios de gestión forestal compatibles con la conservación de la biodiversidad"**.

Por otro lado los **aprovechamientos** deberán ser **viabes económicamente** por lo que es necesario que se puedan mecanizar los trabajos, y esta posibilidad está fuertemente **marcada en función de la pendiente y la accesibilidad**.

Los trabajos se pueden mecanizar si:

- **La pendiente es inferior al 60% y la distancia a una vía también es inferior a 70 metros.**
- **La pendiente es inferior al 45% y la distancia a una vía es superior a los 70 metros.**

Pero a ello hay que añadir que sean rentables luego su ejecución.

También hay que tener muy en cuenta la **valoración ambiental** en el sentido que las actuaciones garanticen la estabilidad del modelo silvícola frente a perturbaciones, tanto en el momento de la perturbación como en el momento de la intervención para valorar esta estabilidad se han utilizado los siguientes parámetros:

- Los **modelos de combustibles** en cada momento así como la evolución de la dificultad de extinción como la velocidad de propagación.
- **Cálculo y estimación de la estabilidad del arbolado** frente al viento nieve y el hielo en función principalmente del coeficiente de esbeltez (h/dn) y también función del índice de Hart-becking que se interesa más específicamente por la estabilidad grupal.
- También importante considerar la **estabilidad frente a la sequía** en la que la densidad del arbolado, los suelos y el clima son factores de primer orden a considerar para garantizar la viabilidad de una masa.
- Se tendrá en cuenta el **nivel de protección frente a enfermedades y plagas** y que está marcado por el **vigor vegetativo** de la masa arbórea.

- La **posible afección por la erosión**, tanto superficial como por el efecto del golpeteo de la lluvia sobre el terreno, es otro factor a considerar y más en terrenos inestables y de fuerte pendiente.
- **Potencial afección también a la flora y fauna silvestre** del entorno especialmente a las especies protegidas y/o de interés local.

Todos estos efectos consideramos que a medio y largo plazo se ven favorecidos por una adecuada ejecución de los trabajos selvícolas incluso en el caso de posible afección por erosión, pues el más extremo riesgo frente a esta amenaza es que haya finalmente un incendio forestal.

10 ITINERARIOS SELVÍCOLAS PARA MASAS DE PINAR EN TERUEL

10.1 Tratamientos selvícolas en pinares.

Las formaciones densas de las especies de pino obtendrían la biomasa de las labores selvícolas que implican la corta de árboles (clareos, claras, cortas de regeneración, etc). En una **primera estimación** y evaluación **la fracción para biomasa** que se obtiene es **por término medio de una tercera parte del material de corta** sin diferenciar la naturaleza de la corta, especie, etc.

Evidentemente, lo deseable sería contar con los recursos económicos necesarios para acometer las actuaciones planificadas en tiempo y forma sin acelerar los procesos y con la necesaria precaución en las mismas para no provocar grandes alteraciones a las formaciones arbóreas y propiciar una evolución contenida. Pero la práctica de las últimas décadas demuestra que esto raramente es posible. Bajo estas condiciones, **la extracción de biomasa puede suponer un aliciente para concentrar intensidades de corta de claras no realizadas a su tiempo o para adaptar el esquema de itinerarios selvícolas a la posibilidad que ofrece este aprovechamiento biomásico puro o mixto.** Podría permitir acortar el turno o redefinir el objetivo de actuaciones a acometer para la evolución de las formaciones arboladas hacia nuevas formas de masa (formaciones adhesadas, naturalización de pinares, etc.).

En el marco de la gestión forestal sostenible, y sin perder de vista principios básicos como la perdurabilidad del sistema forestal, la oportunidad de aplicar un mayor esfuerzo de corta **no debe suponer daños indeseados** (como el riesgo de caída de árboles excesivamente ahilados, la descapitalización en nutrientes, etc.) si las actuaciones son producto de la correcta decisión técnica.

El **aprovechamiento** de la biomasa de los pinares debe tener en cuenta su **carácter multifuncional** y, especialmente, los servicios ambientales y ecosistémicos que aportan las formaciones forestales de coníferas. La apertura de claros en el pinar **favorece la vegetación herbácea** que desde otra óptica es pasto para conejos, ciervos u ovejas. De este modo se mejora el **potencial cinegético o ganadero**, pero también se genera un hábitat más propicio para **especies silvestres de flora y fauna**, que puede integrar a especies sujetas a algún nivel de protección. En los pinares nidifican a menudo especies emblemáticas como las rapaces forestales, el quebrantahuesos, el alimoche, etc que se verán favorecidas en su viabilidad futura y su productividad ecosistémica actual por estas actuaciones.

Una adecuada gestión de las formaciones arbóreas nos ayuda a conservar y potenciar los siguientes recursos naturales frente a sus grandes amenazas y son:

- **La madera** que almacena carbono y se comporta como **sumidero del CO₂ mientras permanece en el bosque creciendo**.
- **Las raíces, el dosel y la pinaza** son una adecuada **protección del suelo** especialmente en los terrenos de ladera con fuerte pendiente.
- Hay pinares en fin, evocadores y bellos, discretos o majestuosos, que forman parte de **nuestros paisajes del alma** que sin una actuación a tiempo corren serios peligros de desaparecer consumidos por las llamas.
- A todo ello hay que añadir los beneficios productivos que pueden obtenerse de los pinares, bajo la forma de **madera, astilla para tableros y aglomerados, resina, celulosa, carbón vegetal, pasto bajo arbolado para la ganadería, setas o caza**.

Este marco de objetivos múltiples no supone que siempre se tengan que tener en cuenta del mismo modo todas las posibles finalidades, sino que **exige una priorización llevada a cabo de modo respetuoso**. Esto se traduce en aplicar criterios técnicos que den lugar a soluciones sensatas en un contexto de uso múltiple

Con el conocimiento actual ya contamos con algunas recomendaciones:

- **Dejar en torno a la tercera parte de la biomasa aérea**, por ejemplo, especialmente ramillas y hojas. La razón es que en estas partes se acumulan en mayor medida los micronutrientes, y ello es especialmente sensible el conseguir incrementar este porcentaje en suelos poco fértiles como los arenosos o en áreas de gran pendiente.
- Es muy necesario y conveniente el **combinar el aprovechamiento biomásico con el de la madera**, integrando ambos, en el sistema multiproductivo. En él se podrá incorporar el astillado que se podrá realizar con un sistema fijo o móvil.
- En estos aprovechamientos en pinares, también para otras especies, va a ser **decisivo la densidad, el diámetro y la altura media** de los pies a extraer **para la estimación del porcentaje de arbolado**, y por tanto de biomasa, que podrá ser **objeto de aprovechamiento**. En las primeras claras sistemáticas se estima que se podrían extraer **hasta un 30% del área basimétrica** lo que se traduce en extraer hasta un 40% de los pies existentes.
- Tanto para pinares como para otras especies **es necesario extraer entre 40 a 50 toneladas de biomasa verde como mínimo por hectárea para que sean rentables los aprovechamientos**. Habrá una mayor productividad si el arbolado es de mayor tamaño y hay una mayor homogeneidad en el aprovechamiento. Por el contrario la rentabilidad se puede ver muy reducida si hay una gran heterogeneidad en el monte.
- Como en otras especies es conveniente que las **pendientes medias sean menores al 30% para facilitar la mecanización** del aprovechamiento y sobre terrenos que no haya muchas piedras o matorral.

10.2 Selvicultura en pinares de pino rodeno (*Pinus pinaster*)

El pino rodeno (*Pinus pinaster*) es una de las especies más abundantes en el Sistema Ibérico Turolense. Se caracteriza la especie por ser de **crecimiento relativamente rápido en altura y en diámetro** hasta ciertas edades si las condiciones de la estación son favorables. En las estaciones mediterráneas su crecimiento en altura **no suele sobrepasar los 20 a 25 metros de altura** de forma media. Sus **fustales** son de formas muy diversas pero con frecuencia son **curvados en la base** y ello generalmente se debe a la práctica de una **selvicultura negativa**. En áreas de montaña suele tomar mejores fenotipos.

En Teruel lo encontramos generalmente entre los 800 y los 1600 metros de altitud en la mitad este de la comarca de Albarracín limitando con la Comarca de Teruel y también en la comarca de Gudar-Javalambre. Al ser una especie de luz para obtener su regeneración es necesario abrir las masas hasta los 100 a 300 pies por hectárea. No asciende en altitud tanto como el pino silvestre o el pino laricio y presenta predilección por los suelos de naturaleza ácida. Tradicionalmente esta especie se ha **utilizado para la resinación** pues tiene una producción mucho mayor que las otras especies de resinas, incluso actualmente por la mejora de los precios de esta materia prima se está estudiando la recuperación de este aprovechamiento.

A continuación se describen los tratamientos selvícolas que se recomiendan para de *Pinus pinaster* Ait. subsp. *Mesogeensis* en la cordillera ibérica considerando la forma principal de masa como regular y la forma fundamental como monte alto. Se ha diferenciado entre los tratamientos intermedios o de mejora a realizar en distintos momentos de la evolución de la formación y los tratamientos finales que deben favorecer la regeneración natural de la formación.

Tratamientos intermedios o cortas de mejora en las Sierras Ibéricas.

Se aplican sobre la masa principal, esto es en las clases naturales de edad de latizal, fustal bajo, fustal medio y monte bravo. Su objetivo es el de **mejorar las condiciones de espesura y sanidad** de la masa y dan lugar a **productos maderables intermedios** (SERRADA, 2008). Los tratamientos parciales que se proponen se aplican al vuelo de la vegetación principal es primeramente un clareo y posteriormente algunas claras. Dado en muchos casos la falta de rentabilidad de estas actuaciones el esquema se suele simplificar de forma importante y alejarse del esquema teórico ideal.

Clareo: consiste en la extracción de los pies sobrantes de la masa principal en los estados de repoblado y monte bravo. La densidad del regenerado a partir de la cual se hace necesario el clareo depende del temperamento de la especie principal y de la calidad de la estación. Se pueden tomar como cifras orientadoras: **a partir de 3.500 pies/ha**, para especies de luz mediterráneas se consideran **necesarios los clareos** (Serrada, 2008). Por falta de rentabilidad en muchos casos no se ejecutan, estarían plenamente justificados

por estrategia de protección frente a incendios forestales y para formaciones de fácil mecanización y salida económica de un aprovechamiento biomásico.

Claros: consisten en las cortas de parte de los pies de la masa principal regular en los **estados de latizal y fustal**. Todos los autores coinciden en atribuir a las claras un doble criterio, selvícola (en función del grado de competencia: espesura inicial, temperamento de la especie, calidad de estación y porte específico) y económico (en función de la rentabilidad de las actuaciones). Los objetivos de esta actuación son los siguientes (SERRADA, 2008):

- **Reducir la competencia** dentro de la masa para procurar su estabilidad biológica, anticipándose en lo posible a dicho fenómeno;
- **Regular la composición específica de la masa;**
- **Anticipar la producción de madera de calidad** intentando, por el mantenimiento de la espesura normal a lo largo del turno, que la producción acumulada al final del mismo sea máxima, y que la calidad (tamaño) de los pies que formen la masa en madurez mejores.

Cabe señalar que **si** el momento fijado **por la economía** es **mucho más tardío** que el que demanda la alta espesura y los criterios selvícolas la situación posterior que se puede generar puede ser económicamente y técnicamente mucho más perjudicial. Este **retraso puede llevar consigo un riesgo de pérdida de vitalidad** de la masa, también llamada estabilidad biológica por algunos autores (SCHÜTZ, 1990), manifestada en un exceso de poda natural y de la esbeltez. Ello **supondrá a la larga un mayor coste** pues con mucha seguridad obligará y hará necesario aplicar un plan posterior de claras de peso bajo y frecuencia alta para evitar posibles daños por nieve o viento en la masa resultante (SERRADA, 2008).

Un plan de claras queda definido cuando se describe: edad adecuada para la realización de la primera clara; número total de intervenciones; rotación entre las mismas; y características de cada clara. Los elementos o características que definen a cada clara son: tipo, peso y naturaleza (SERRADA, 2008).

Cortas de regeneración

Se ejecutan en las formas naturales de masa de fustal **alto y fustal viejo**, su objetivo es el de la consecución de regenerado. Para masas de monte alto de *Pinus pinaster* regular se puede optar entre las cortas a hecho o las cortas por **Aclareo Sucesivo Uniforme (ASU)**.

Las cortas seleccionadas (ASU) consisten en la **extracción total de los pies de la masa principal de una forma paulatina** y en un período de tiempo que no supere la duración de **una clase artificial de edad**, denominado periodo de regeneración que suele considerarse de **entre 20 a 25 años**. La Figura siguiente muestra el esquema seguido en este tipo de cortas. El procedimiento para la ejecución de las cortas por ASU se divide según (SERRADA, 2008) en:

I. Cortas preparatorias:

Estas cortas tienen por objetivo extraer los siguientes pies arbóreos y objetivos:

- **Eliminar los pies que presenten mayores riesgos frente a caída de arbolado.** El objetivo es que queden pies que puedan resistir mejor su aislamiento futuro, y puedan tener mayor iluminación en la copa para empezar a producir semilla abundantemente.
- **Extraer** preferentemente los **pies que no interesa que se regeneren.** Este interés puede estar relacionado con la composición específica o con el mal estado sanitario de los pies extraídos o con su deficiente fenotipo.
- **Inducir, mediante el calentamiento del suelo,** una aceleración de la descomposición de la materia orgánica fresca, para favorecer en el futuro la **germinación y arraigo.**

II. Cortas diseminatorias:

Constituye la fase más importantes e imprescindible del método, pues su **objetivo es lograr la regeneración natural** a través de la **creación de huecos progresivos y suficientes** en la masa principal. Se ejecutan coincidiendo con los **años de buena cosecha** en las subespecies veceras, tras la maduración para que las semillas de los pies apeados queden en el suelo y sean viables, y antes de la diseminación para que la que procede de los árboles en pie se produzca cuando se hayan retirado las maderas y los despojos de corta.

II. Cortas secundarias o finales: extraerán toda la masa que ha **quedado después** de las diseminatorias, siendo su objetivo doble: completar la diseminación en caso de ser necesario; **graduar la protección /competencia de la masa vieja sobre el regenerado.**

El plan selvícola de cada uno de los tramos se expone en las Tablas de la 7 a la 14.

Los criterios que deben reunir las formaciones arboladas para las que se propone la propuesta del plan de cortas son los siguientes:

- **Se parte de masas regulares monoespecíficas,** la mayoría de ellas procedentes **de repoblación y "ahogadas" o en estabilidad biológica** (SCHÜTZ, 1990), por la **alta densidad de partida,** gracias a la cultura de no intervención que, por diversos motivos se ha practicado en este tipo de masas en nuestro país. Por esta razón se ha realizado una reducción paulatina de la densidad de estas masas, definidas según el peso y rotación de las claras, (con objeto de evitar el estancamiento de la mismas por una drástica puesta en luz) y, de esta forma reducir la espesura y permitir el desarrollo de los árboles y el tránsito entre ellos.
- Dado el alto grado de impacto visual de las cortas a hecho, la necesidad de regeneración artificial y en definitiva, las incompatibilidades que conllevan con

el objetivo multifuncional del monte que se desea fomentar, **se proponen cortas continuas por Aclareo Sucesivo Uniforme (ASU).**

- El tipo de **claras** que se proponen son **por lo bajo**, debido a la robustez del temperamento de la especie (SERRADA, 2008).

- En cuanto al **peso y rotación de las mismas son moderadas**, sobre todo en las **primeras edades**, para **no** introducir **discontinuidades bruscas** en el crecimiento, mantener una **poda natural a buen ritmo** y asegurar una puesta en luz paulatina que evitará el estancamiento de la masa. Las rotaciones no son constantes a lo largo del ciclo, sino que tienden a aumentar con la edad.

- En relación con la naturaleza de las **claras**, se han propuesto **semi-sistemáticas en las primeras edades** con objeto de la creación de calles para facilitar la extracción de fustes y la **circulación de maquinaria**. En **edades más avanzadas (fustal) éstas son selectivas** para mejorar las condiciones sanitarias de la masa y obtener fustes de buena calidad tecnológica.

- En las **cortas de regeneración**, por ASU, se ha creído conveniente durante los primeros ciclos, alargar y **dividir las diseminatorias en varias fases** con objeto de asegurar la dispersión de semillas y hacerlas coincidir con los años de buena cosecha (dada la condición de especie vecera) para asegurar, de este modo el éxito del regenerado.

- Al final de las cortas por ASU no se extraen todos los pies, sino que se dejan **5 pies/ha como árboles extracortables** hasta su muerte natural, los cuales quedarán fuera de la gestión propuesta y se dejarán en el monte para mantener las funciones ecológicas y preservar la estructura vegetal y la biodiversidad.

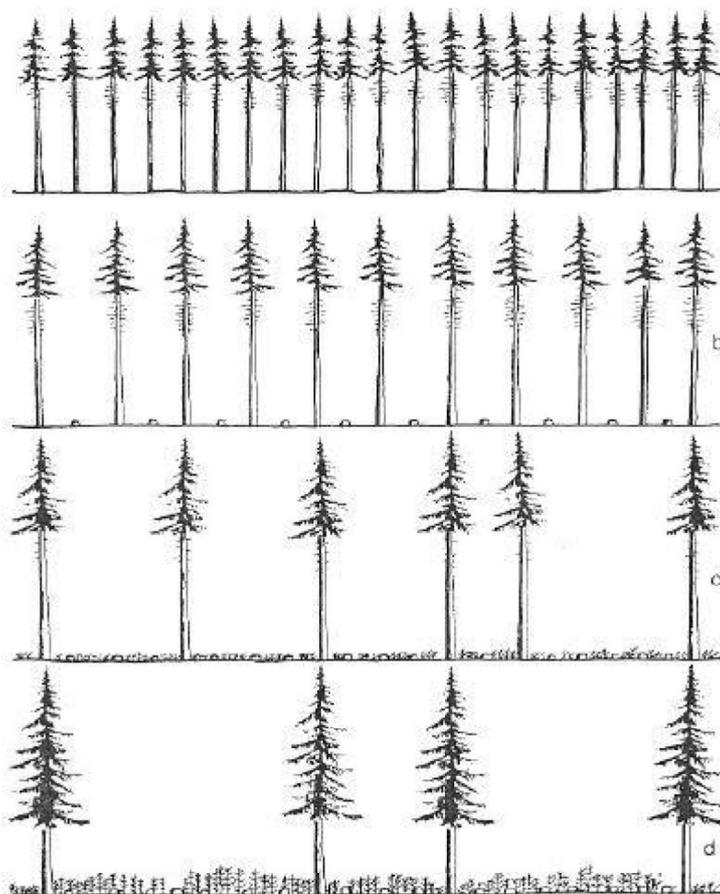


Gráfico 13. Esquema ilustrativo de la evolución de las cortas por aclareo sucesivo uniforme en una masa pura: a) fustal adulto en la madurez; b) después de las cortas diseminatorias; c) después de una corta secundaria; d) antes de la corta final. Fuente: SERRADA, 2008.

TRATAMIENTOS GENERALES, CLARAS							
Ciclo	Clase natural de edad	Edad	Densidad inicial (pies/ha)	tipo	Naturaleza	Peso (%)	Densidad final (pies/ha)
1	Latizal	20	1407,64	Clara baja	Semisistemática	15	1156,495
		30	1196,495	Clara baja	Semisistemática	15	985,35
2	Fustal Bajo	40	980,45	Clara baja	Selectiva	15	833,39
		50	829,44	Clara baja	Selectiva	20	663,55
3	Fustal Medio	60	660,53	Clara baja	Selectiva	20	528,43
		70	526,12	Clara baja	Selectiva	20	420,89
TRATAMIENTOS PARCIALES: CORTAS DE REGENERACIÓN, ASU							
Ciclo	Clase natural de edad	Edad	N (pies/ha)	Denominación	Naturaleza	Intensidad	Densidad final (pies/ha)
4	Fustal Alto	80	419,11	Preparatoria	Selectiva	45	230,51
		85	230,17	Diseminatoria		45	126,59
		90	126,27			40	75,76
		100	75,67	Final			5

Tabla 7. Plan de tratamientos propuesto para el latizal, calidad 15.

Ciclo	Clase natural de edad	Edad	Densidad inicial (pies/ha)	Tipo tratamiento general	Naturaleza	Peso (%)	Densidad final (pies/ha)
1	Fustal Bajo	40	1460,69	Clara baja	Semisistemática	15	1205,07
		50	1205,07	Clara baja	Selectiva	20	949,45
2	Fustal Medio	60	944,84	Clara baja	Selectiva	20	755,87
		70	752,56	Clara baja	Selectiva	25	564,42
CORTAS DE REGENERACIÓN							
Ciclo	Clase natural de edad	Edad	N (pies/ha)	Denominación	Naturaleza	Intensidad	Densidad final (pies/ha)
4	Fustal Alto	80	562,1	Preparatoria	Selectiva	45	309,16
		85	308,71	Diseminatoria		45	138,92
		95	169,36			40	101,62
		101,5		Final		Selectiva	5

Tabla 8. Plan de tratamientos propuesto para el fustal bajo, calidad 15.

Ciclo	Clase natural de edad	Edad	Densidad inicial (pies/ha)	Tipo tratamiento general	Naturaleza	Peso (%)	Densidad final (pies/ha)
1	Fustal Medio	60	998,08	Clara baja	Selectiva	15	798,465
		70	798,465	Clara baja	Selectiva	25	598,85
CORTAS DE REGENERACIÓN							
Ciclo	Clase natural de edad	Edad	N (pies/ha)	Denominación	Naturaleza	Intensidad	Densidad final (pies/ha)
2	Fustal Alto	80	588,76	Preparatoria	Selectiva	40	235,5
		85	352,26	Diseminatoria		45	158,52
		90	106,39			45	106,39
		95	106,27			45	58,45
		100	58,38	Final		5	

Tabla 9. Plan de tratamientos propuesto para el fustal medio, calidad 15.

CORTAS DE REGENERACIÓN							
Ciclo	Clase natural de edad	Edad	N (pies/ha)	Denominación	Naturaleza	Intensidad	Densidad final (pies/ha)
1	Fustal Alto	90	595,73	Preparatoria	Selectiva	45	327,65
		95	326,78	Diseminatoria		35	212,41
		100	212,1	Final		5	

Tabla 10. Plan de tratamientos propuesto para el fustal alto, calidad 15.

TRATAMIENTOS GENERALES, CLARAS							
Ciclo	Clase natural de edad	Edad	Densidad inicial (pies/ha)	Tipo	Naturaleza	Peso (%)	Densidad final (pies/ha)
1	Latizal	20	1177,75	Clara baja	Semisistemática	15	1001,08
		30	1001,08	Clara baja	Semisistemática	15	824,42
2	Fustal Bajo	40	821,64	Clara baja	Selectiva	15	698,39
		50	696,12	Clara baja	Selectiva	20	556,89
3	Fustal Medio	60	555,1	Clara baja	Selectiva	20	444,08
		70	442,67	Clara baja	Selectiva	20	354,13
TRATAMIENTOS PARCIALES- CORTAS DE REGENERACIÓN, ASU							
Ciclo	Clase natural de edad	Edad	N (pies/ha)	Denominación	Naturaleza	Intensidad	Densidad final (pies/ha)
4	Fustal Alto	80	353,05	Preparatoria	Selectiva	45	194,18
		85	193,92	Diseminatoria		45	106,66
		95	106,4			40	63,84
		100	63,84	Final		5	

Tabla 11. Plan de tratamientos propuesto para el latizal, calidad 20

Ciclo	Clase natural de edad	Edad	Densidad inicial (pies/ha)	Tipo tratamiento general	Naturaleza	Peso (%)	Densidad final (pies/ha)
1	Fustal Bajo	40	914,04	Clara baja	Semisistemática	15	754,085
		50	754,085	Clara baja	Selectiva	20	594,13
2	Fustal Medio	60	589,12	Clara baja	Selectiva	20	471,3
		70	468,05	Clara baja	Selectiva	25	351,04
CORTAS DE REGENERACIÓN							
Ciclo	Clase natural de edad	Edad	N (pies/ha)	Denominación	Naturaleza	Intensidad	Densidad final (pies/ha)
4	Fustal Alto	80	348,97	Preparatoria	Selectiva	45	191,93
		85	191,6	Diseminatoria		45	105,38
		95	105,08			40	63,05
		100	62,96	Final			5

Tabla 12. Plan de tratamientos propuesto para el fustal bajo, calidad 20

Ciclo	Clase natural de edad	Edad	Densidad inicial (pies/ha)	Tipo tratamiento general	Naturaleza	Peso (%)	Densidad final (pies/ha)*
1	Fustal Medio	60	740,74	Clara baja	Selectiva	15	592,595
		70	592,595	Clara baja	Selectiva	25	444,45
CORTAS DE REGENERACIÓN							
Ciclo	Clase natural de edad	Edad	N (pies/ha)	Denominación	Naturaleza	Intensidad	Densidad final (pies/ha)
2	Fustal Alto	80	441,56	Preparatoria	Selectiva	40	264,94
		85	264,47	Diseminatoria		45	145,46
		90	145,26			45	79,9
		95	79,8			45	43,89
		100	43,84	Final			5

Tabla 13. Plan de tratamientos propuesto para el fustal medio, calidad 20

CORTAS DE REGENERACIÓN							
Ciclo	Clase natural de edad	Edad	N (pies/ha)	Denominación	Naturaleza	Intensidad	Densidad final (pies/ha)
1	Fustal Alto	90	595,59	Preparatoria	Selectiva	45	327,58
		95	326,92	Diseminatoria		35	212,5
		100	212,17	Final			5

Tabla 14. Plan de tratamientos propuesto para el fustal alto, calidad 20

En formaciones arbóreas donde no se han realizado tratamientos previos se pueden intensificar las primeras actuaciones hasta el 30-40% del área basimétrica. En estas intervenciones muchas veces se apura este porcentaje pues se ha de **incluir a la clara sistemática la apertura de calles** para facilitar la mecanización y desembosque de la madera. Para estas actuaciones, como ocurre con otras especies de pinar y otras especies, son necesarios que los aprovechamientos supongan la extracción de un **mínimo de entre 40 y 50 toneladas por hectárea** y en cantidad absoluta extraída en la superficie objeto de actuación, para cubrir mínimamente la movilización de maquinaria necesaria para realizar el aprovechamiento, se extraigan como mínimo entorno a las **500 toneladas verdes** de biomasa del entorno.

Cuando las formaciones arboladas presentan una mayor diversidad de especies acompañantes o las condiciones del terreno hacen disminuir de forma importante hacer productivos estos trabajos. **Para garantizar la viabilidad económica** de estos trabajos se podrá exigir una **mayor densidad del tratamiento** (tema complicado), **mayor volumen total movilizado** o cuando sea posible, es la mejor opción, el **apoyo económico** para realizar estos trabajos. En este último caso se debe tener muy presente el tema social y de oportunidad de mejorar la masa para producción de madera, preservación del paisaje y/o generación de economía.

Es siempre preferible optar, siempre que se pueda, por el sistema mecanizado que resulta más seguro, más ergonómico y más productivo y aumenta la cantidad y calidad del aprovechamiento biomásico. Con el trabajo manual se genera más empleo y se consume menos energía, y con ello se generan menos residuos, pero es complicado de hacer por la falta de buenos profesionales y principalmente por la falta de rentabilidad de estos trabajos.

En estos aprovechamientos **se han quedado generalmente unas 8 toneladas por hectárea en el terreno de biomasa sin recoger si se ha trabajado con una astilladora fija.**

Se ha sacado de media unas 160-170 kilogramos de biomasa verde residual por cada metro cúbico de madera cortado. Los restos leñosos con diámetro menor de 7 centímetros suponen hasta un 24% del peso del fuste. Como se demostrará en el capítulo de análisis de los costes de estos tratamientos y en particular **para el *Pinus pinaster*** el destino para biomasa de la **madera de entre 7 y 10 centímetros** puede **mejorar la rentabilidad** de la explotación. Por todo lo anterior se ha propuesto un aprovechamiento de aproximadamente unos **0,32 toneladas verdes de biomasa por metro cúbico de madera movilizable** en los distintos aprovechamientos pensando que la mayoría de ellos serán cortas de mejora o primeras actuaciones en formaciones densas pero de bajo diámetro medio por la fuerte espesura de las masas arboladas.

10.3 Selvicultura en pinares de pino silvestre

El pino silvestre es la **especie arbórea más abundantes en las mayores cotas del Sistema Ibérico Turolense**. Se caracteriza la especie por un crecimiento relativamente bueno en altura hasta los 40 años, si no existen limitaciones edáficas o climáticas prosigue más años pero con evidente menor intensidad hasta pararse casi completamente a los 100 a 120 años. El crecimiento corriente disminuye ya desde los 70 años si bien a los 40 ó 50 alcanza el máximo. Es un **árbol que en gran densidad llega a auto podarse** en una importante proporción. Al ser una especie de luz para obtener su regeneración es necesario abrir las masas hasta los 100 a 300 pies por hectárea y esperar años de fertilidad y producción abundante de semilla pues es un árbol vecero. Su comportamiento frente a este aspecto puede diferir en función de la orientación y altitud de la formación.

En Teruel lo encontramos más abundantemente y formando las formaciones más densas entre los 800 y los 2000 metros dependiendo mucho este umbral si se trata de orientación de umbría o solana. Es especialmente abundante en la Sierra de Albarracín como en las Sierras de Gudar y Javalambre, en esta segunda aparece conjuntamente con el pino salgareño. Es la especie con mayor interés maderero que se debe tener en cuenta como aprovechamiento principal en muchas de sus formaciones sobretodo en montes públicos con una gestión selvícola adecuada y sostenida en el tiempo.

Estos pinares no han sido objeto en los **últimos decenios** de un aprovechamiento próximo al crecimiento de las masas lo que resulta una situación preocupante por el abandono de la gestión selvícola y que supone un **incremento importante de las existencias volumétricas** lo que comporta importantes **efectos negativos** en las formaciones (**mayor combustibilidad, estabilidad física comprometida, reducción de la biodiversidad**, etc). Por ello es necesario buscar modelos de gestión que permitan afrontar esta situación. Los **turnos** que se establecen para estas formaciones se sitúan **entre los 90 y los 140 años**, pero con una adecuada selvicultura estos se podrían reducir hasta los 100 a 120 años en las mejores estaciones para maximizar el valor económico de los aprovechamientos. Por temas de protección de la biodiversidad y del medio en estaciones más expuestas se alarga al máximo el turno de estas formaciones.

Hay que tener mucho **cuidado** en las actuaciones pues en formaciones con cierta edad que no han sido objeto de **actuaciones** nos podemos encontrar con **arbolado con coeficientes de esbeltez mayores a 70 o 80**. Si las masas tienen valores próximos será necesario realizar **intervenciones moderadas y progresivas** centradas en disminuir la estabilidad colectiva de la masa. Todo se debe corregir con claros y claras tempranas que dosifiquen la competencia ya desde las primeras edades.

En general, se gestionan en los terrenos públicos como montes regulares o semirregulares y con turnos de entre 100 a 130 años y las **cortas de regeneración se suelen realizar por aclareo sucesivo**. Normalmente la

primera clara se realiza a los 20 años, la segunda a los 50 y posteriormente se recomienda hacerlo cada 15 años.

En los **montes privados** anteriormente se llevaba a cabo una clara que consistía en la **corta de todo el arbolado que superaba los 20 centímetros** lo que a la larga ha supuesto un empeoramiento de la calidad del arbolado, práctica que podemos considerar como de **antiselvicultura**. En el caso de estas formaciones que han sido objeto durante muchos años, generalmente **montes privados, de esta práctica**, igual **lo procedente actualmente será la corta a hecho de pinar y su sustitución por una repoblación con planta de calidad** para sustituirla. Se podrá realizar si la **pendiente del terreno es moderada** y no hay riesgo de erosión. La transformación de tales masas a formas regulares precisará de un periodo de transición en que los esfuerzos se dirigirán a la dosificación de la competencia. Las claras eliminarán a los árboles que más estorben al crecimiento de los pies del porvenir.

En el caso de los **clareos** para formaciones densas de pino silvestre lo primero que hay que tener muy en cuenta son los **costes de explotación** que sería **de unos 600 Euros por hectárea para la corta de pies de 10 a 15 años y de 900 euros por hectárea** cuando estos pies tengan un **diámetro superior a los 10 centímetros**.

Se debe tener en cuenta que la **gestión es más sencilla** si el **monte** es de tipo **regular** que si es irregular porque no se precisa de marcajes previos, y se pueden realizar claras sistemáticas y extensivas. Además **para la regeneración** parece que es **más adecuado** para esta especie en principio. También la gestión como masas regulares permite la obtención de un producto más homogéneo en cada intervención. Además de cara a los incendios también hay una menor continuidad de combustibles.

A continuación se presenta una primera tabla con un resumen de la selvicultura media que se propone llevar para formaciones con objetivo de producción de madera de calidad y por otro lado la propuesta para formaciones con objetivo claramente de protección del medio físico. Más adelante se presentan las propuestas que para las formaciones de pino silvestre del sistema ibérico turolense se proponen para distintas calidades de estas formaciones. En este caso son propuestas de gestión más pormenorizadas y que en pocas situaciones realmente se puede llegar a ejecutar pues no se suele actuar con mucha frecuencia en las formaciones arboladas densas y esto lo exigiría, y muchas de nuestras masas ya están en estadios muy avanzados y con mucho retraso en los tratamientos selvícolas que se les recomiendan.

 Pino silvestre (<i>Pinus sylvestris</i>)			
Ho	Madera de calidad (IC 26 y 29) ¹	Multiproducto (IC 20 y 23) ¹	Protección ²
0-5 m	Hasta 3.000 pies/ha Limpias y clareos Posibilidad de intervenciones sistemáticas Podas bajas	Hasta 3.500 pies/ha	Hasta 4.000 pies/ha Limpias y clareos Cortas selectivas Podas bajas
5-6 m	Hasta 1900 pies/ha 1ª clara (fuerte) Selección y poda de árboles de porvenir 200-250 pies/ha	Clara baja	Hasta 2700 pies/ha 1ª clara Moderada
7-16 m	Hasta 900 pies/ha Claros fuertes con rotación 10 años Claros de selección y poda a 6 m de los árboles de porvenir	Claros bajas	Hasta 900 pies/ha Claros bajas débiles Rotación 10-15 años
16-20 m	Hasta 400 pies/ha Claros débiles con rotación 15 años Claros de selección de árboles de porvenir	Claros bajas	Hasta 600 pies/ha Claros bajas débiles con rotación 15 años <i>Comienzo del aclareo sucesivo en las peores calidades</i>
20-23 m	Hasta 300 pies/ha Claros débiles con rotación 15 años Claros de selección de árboles de porvenir	Claros bajas <i>Comienzo del Aclareo sucesivo</i>	<i>Comienzo del aclareo sucesivo en calidades intermedias</i>
A partir de 23 m	Reducción a 200 pies/ha <i>Comienzo del aclareo sucesivo</i>		<i>Comienzo del Aclareo sucesivo en las calidades buenas</i>

Tabla 15. Esquema general y simplificado de gestión de las formaciones de Pino silvestre

Calidad III						
Claras	Altura dominante (m)	Edad (años)	Densidad después de la actuación (pies/ha)	Diámetro medio (cm)	Volumen aprovechado (m ³)	Observaciones
Clareo	-	15	1.500	-	-	Altura media regenerado 2 m Juntamente con corta final
1ª Clara	9	40	800	13	23,6	Madera no comercial que requiere una inversión para realizar la clara
Corta preparatoria regeneración	12	60	400	19	65,9	Trituración y sierra
Corta diseminatoria	13	70	150	22	54,7	Sierra y postes
Corta final	14	80	0	24	40,9	Madera para sierra. Juntamente con el clareo

Tabla 16 Propuesta de tratamientos selvícolas para el Pino silvestre de calidad III en el Sistema ibérico.

Calidad I						
Claras	Altura dominante (m)	Edad (años)	Densidad después de la actuación (pies/ha)	Diámetro medio (cm)	Volumen aprovechado (m ³)	Observaciones
Clareo	-	15	1.500	-	-	Altura media regenerado 2 m Juntamente con corta final
1ª Clara	14	40	800	19	65,9	Trituración y sierra
Corta preparatoria de la regeneración	19	60	400	29	169,1	Madera de sierra y postes
Corta diseminatoria	21	70	150	33	128,3	Madera de sierra.
Corta final	24	80	0	37	116,5	Madera de sierra. Juntamente con el clareo

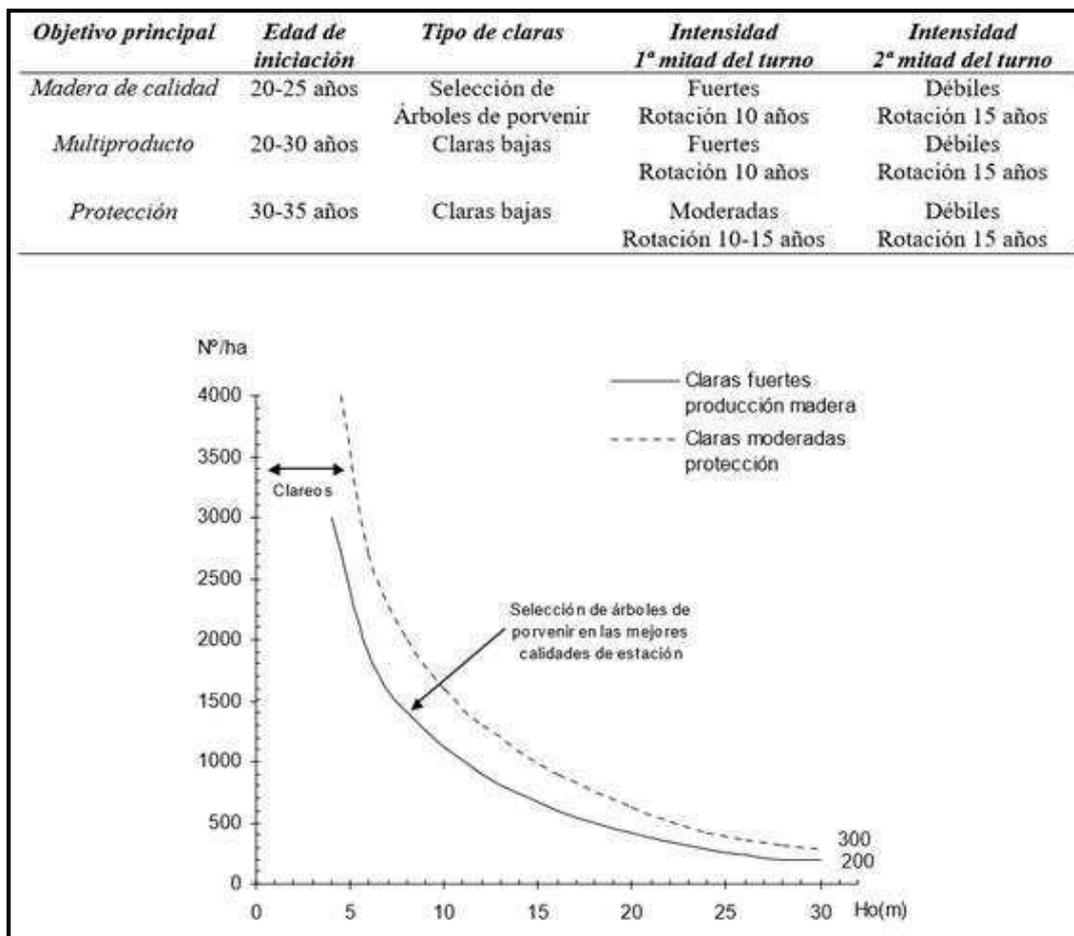
Tabla 17 Propuesta de tratamientos selvícolas para el Pino silvestre de calidad I en el Sistema ibérico.

Clareos de pino silvestre

El **clareo**, que generalmente va a ser un aprovechamiento no comercial, es importante que sea **intenso y precoz**, se deber realizar cuando **la masa tiene entre 10 y 20 años y para dejar entre 800, formaciones con vocación más productora**, y 2.000 pies por hectárea, para formaciones con clara vocación protectora.

Claras de pino silvestre

Las claras se realizan sobre los **árboles dominantes y codominantes** cuando el **diámetro medio supere los 18 centímetros** y tienen que ser fuertes en la primera mitad del turno reaccionando bien esta especie a intervenciones de **entre el 25 y el 40 % del Área basimétrica**. **La primera clara se realizará a los 35 años y dejará unos 800 pies por hectárea**, caso no haya habido clareo. Es importante **estudiar el binomio reducción de costes y mejora del balance en cada intervención**.



Gráfica 14. Se ha establecido en la misma la densidad recomendable para cada altura dominante de una masa regular y semirregular de pino silvestre la densidad arbórea recomendable para una más adecuada evolución de la masa arbolada, diferenciando entre las formaciones con mayor carácter protector o productor.

En formaciones arbóreas donde no se han realizado tratamientos previos se pueden intensificar **las primeras actuaciones hasta el 40% del área basimétrica** pues se ha **de incluir a la clara sistemática la apertura de calles para facilitar la mecanización y desembosque de la madera.** Para estas actuaciones, como ocurre con otras especies de pinar, son necesarios que los aprovechamientos supongan la extracción de un mínimo de entre 40 y 50 toneladas por hectárea y en cantidad absoluta extraída en la superficie objeto de actuación, para cubrir mínimamente la movilización de maquinaria que se extraigan como mínimo entorno a las 500 toneladas verdes del entorno.

Cuando las formaciones arboladas presentan una mayor diversidad de especies acompañantes o de condiciones del terreno se disminuye de forma importante la productividad lo que exigirá una mayor densidad del tratamiento, mayor volumen total movilizado o incluso el apoyo económico para realizar estos trabajos. En este último caso se debe tener muy presente el tema social y de oportunidad de mejorar la masa para producción de madera, preservación del paisaje y/o generación de economía.

Aproximadamente se ha estimado que de media **se pueden extraer unos 160 kilogramos de biomasa verde por cada metro cúbico que se moviliza de madera para apea, sierra, canter, etc.** Aproximadamente los **residuos leñosos con diámetro menor de 7 centímetros comprende un 24%** del peso del fuste en claras sobre pinares de silvestre. Por ello para nuestros cálculos y teniendo en cuenta que es la especie con mayor porcentaje de destino a madera por la autopoda y la mayor rectitud de sus pies se considera un aprovechamiento de biomasa de entorno a **0,20 toneladas verdes por metro cúbico de madera movilizable.**

Los trabajos deben ejecutarse en entornos mecanizables con el apeo con cosechadora, buen apilado de los restos y desembosque con autocargador. La madera con diámetro entre 7 y 14 centímetros puede también tener un interesante aprovechamiento biomásico que supere los potenciales ingresos de su venta como madera de apea de papelera o para desintegración.

En las experiencias que se han realizado se ha observado que lo más favorable es el realizar el **astillado en cargadero** tras el transporte del árbol entero con el autocargador. Pero **para mejorar la rentabilidad es necesario que se aumente el volumen de carga de los autocargadores** con la instalación de telémeros o remolques con en muchos de estos primeros aprovechamientos es la falta de viales acondicionados como pistas, calles o trochas y la lejanía en algunos casos de las industrias que aprovechan estas maderas de pequeñas dimensiones.

El aprovechamiento biomásico en este sentido puede ser una importante posibilidad, para a costa de no generar ingresos, para **facilitar el establecimiento de una red de viales que permita la posterior gestión de las masas arboladas** y la generación a futuro de ingresos. Es necesario el disponer de cargaderos de cierto tamaño donde juntar la madera y facilitar su

posterior transporte con camión de carretera con semirremolques o trailers. Si hay grandes distancias de desembosque se precisa un transporte intermedio tipo camión de monte.

Cortas de regeneración de pino silvestre

Los tratamientos de regeneración por el temperamento de la especie, sobre todo en ubicaciones más frescas, ideales son distintas modalidades de cortas a hecho pero generalmente se propone desde la administración la ejecución por ASU. Cada uno de los sistemas tienen sus ventajas y desventajas que van de mayor a menor impacto paisajístico y ambiental, de menor a mayor coste operacional y lo más importante más o menos convenientes para garantizar la viabilidad de la regeneración y disminuir los daños sobre la misma.

Las cortas a hecho para esta especie se pueden realizar **dejando árboles padre, por fajas o por bosquetes**. En las primeras se dejan normalmente entre 30 y 40 árboles por hectárea, en las cortas por fajas se abren huecos rectangulares siguiendo curvas de nivel o transversales al viento dominante y finalmente en las cortas **por bosquetes** se abren huecos en la formación de forma circular que se pueden ir extendiendo. Estas cortas deben avanzar en contra de los vientos dominantes.

El aclareo sucesivo uniforme clásico consta generalmente de **3 cortas en menos de unos 20 a 25 años** que serían: preparatoria, diseminatoria y final. El aclareo sucesivo consistirá como se ha dicho en una **primera corta preparatoria en el que se dejan unos 400 pies por hectárea** y que se realiza cuando la masa tiene un **diámetro medio superior a los 25 centímetros** que corresponde a una **edad de entre unos 60 y 80 años**. **La diseminatoria debe dejar ya unos entre 100 y 200 pies** por hectárea, no es muy interesante dejar un número elevado de pies para reducir los daños al regenerado con su abatimiento. Y la final puede combinar un primer clareo, si la regeneración ha sido un éxito, con la extracción de los árboles padre.

Corta	Densidad después de la corta	Observaciones
Preparatoria	400-500	• Para abrir copas y estabilizar los árboles antes de la corta diseminatoria
Diseminatoria	150-180	• Transcurridos 10 años
Corta final - Clareo	0	• Conjuntamente con el clareo (a los 15 años)

Tabla 18 Resumen de las cortas de regeneración medias propuestas para el aclareo sucesivo uniforme de formaciones de pino silvestre para su regeneración.

En áreas más sensibles a los fenómenos naturales adversos como vientos o nieves se podrá realizar una tercera clara intercalada entre la preparatoria y la diseminatoria y también la posibilidad de trabajar con bosquetes dentro de las áreas de regeneración y no con árboles padre individualizados.

10.4 Selvicultura en pinares de carrasco

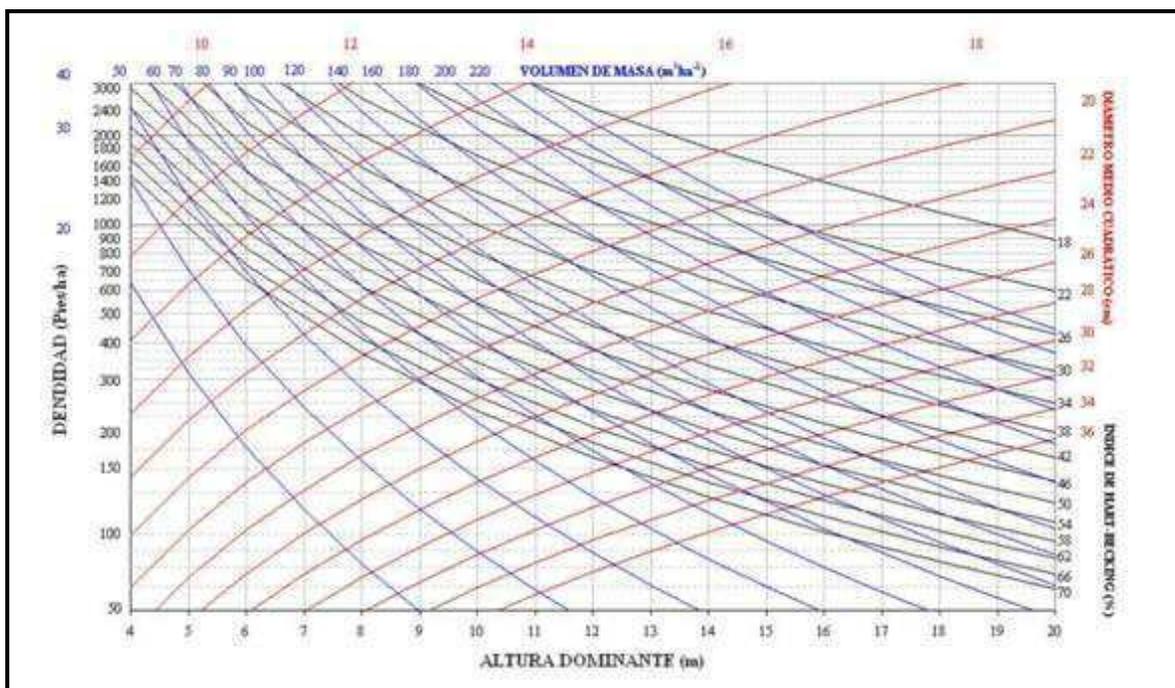
Se trata de una especie que ha sido **testigo de grandes catástrofes** por los **incendios** forestales pero que tras ellos tiene una gran resiliencia y en poco tiempo es capaz de regenerarse y volver a cubrir de forma densa los mismos. El pino carrasco es una especie típicamente mediterránea que se caracteriza por aguantar largos periodos de sequía y altas temperaturas. **Es una especie heliófila y termófila.** En Teruel lo encontramos más abundantemente entre los 200 y los 1000 metros de altitud en toda la mitad nororiental de la provincia en las comarcas de Matarraña, Cuencas Mineras, Bajo Martín y Bajo Aragón principalmente. Hay una gran diversidad de situaciones de estos pinares que van desde áreas muy secas con pies tortuosos y de poco crecimiento, depresión del Ebro, hasta masas relativamente húmedas en estaciones más favorables de las sierras del entorno del Valle del Ebro.

La especie se ha adaptado perfectamente a los incendios fructificando ya desde los 12 a 20 años y manteniendo una buena fructificación hasta los 70 años en las que se mantiene esta producción regular.

Es una especie que tiene un importante crecimiento vertical en su juventud hasta los 10 ó 20 años. Este crecimiento va incrementándose con los años hasta estancarse sobre los 70 ó 80 años. Es una **especie no muy longeva** por lo que posteriormente **va perdiendo su vigor** y eso es especialmente apreciable en formaciones excesivamente densas y en estaciones no favorables. Si a ello añadimos problemas de plagas o olas de calor evidencian la urgencia de tomar medidas silvícolas para reducir estas densidades.

Para la estimación del crecimiento de estas masas es muy importante la profundidad del suelo y su capacidad de absorción en épocas de sequía.

Se trata de una especie muy intolerante en principio a la luz si bien en situaciones de fuerte insolación como las áreas más soleadas de la Depresión del Ebro podría necesitar cierta protección. Ello hace que de forma general se deba tender a su **gestión como masa regular**. Por ello no es extraño que se puedan proponer las cortas a hecho en sus manifestaciones si bien las exigencias de protección frente a la erosión y por el menor impacto paisajístico recomienden en muchos casos a tratamientos menos severos de este tipo de cortas o incluso el aclareo sucesivo uniforme.



Grafica 15 Diagrama de manejo de la densidad, basada en el índice de Hart-Becking, para las masas naturales de *Pinus halepensis* en la depresión del Ebro.

El régimen selvícola propuesto en la tabla anterior plantea alcanzar un crecimiento en altura dominante entre 2-3 metros para rotaciones entre las intervenciones de aproximadamente 20 años, con una meta final próxima a 17 metros de altura dominante, con valores del índice de Hart-Becking dentro de rangos admisibles.

Operación	H ₀ (m)	N (pies · ha ⁻¹)		dg (cm)		V (m ³ · ha ⁻¹)		G (m ² · ha ⁻¹)		IH (%)		t (años)
		AC	DC	AC	DC	AC	DC	AC	DC	AC	DC	
Clara (a-b)	10,37	2.800	1.200	13,9	17,0	196,20	127,38	42,67	27,29	19,6	29,9	48
Clara (c-d)	13	1.200	600	18,9	22,3	183,10	128,60	33,82	23,46	23,9	33,7	68
Corta final (e)	15	600	-	23,9	-	161,81	-	26,87	-	29,2	-	88

Tabla 19 Diagrama ejemplo de propuesta de actuaciones selvícolas para formaciones de calidad II para las masas naturales de *Pinus halepensis* en la depresión del Ebro.

El programa de claras propuesto en el ejemplo recogido en la tabla 19 presenta unas **extracciones en área basimétrica del 22,59 % y 26,17 % respectivamente en la primera y segunda intervención** propuesta para una masa de calidad 2, respectivamente (valores también muy similares si se refiere al volumen). Obviamente estos pesos son muy superiores a los previstos en las diferentes tablas comentadas, ya que por una parte, y como ya se ha dicho, se parte de una situación de densidades muy por encima de

las que le correspondería por la edad, al no haberse realizado intervenciones selvícolas en edades más tempranas, y por otra parte se plantean intervenciones menos frecuentes (por problemas económicos) a las teóricamente planteadas en las diferentes tablas (entre 5 y 10 años, según autores). Son también algo superiores al 20 % propuesto por Serrada (1992) en masas protectoras para garantizar la protección del suelo, aconsejando claras moderadas y frecuentes, pero también indica que con frecuencia las rotaciones se alargan por motivos presupuestarios, que no permiten aplicar más de 2-3 intervenciones a lo largo del turno.

Operación	H_0 (m)	N (pies ha^{-1})		dg (cm)		V ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$)		G ($\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$)		IH (%)		t (años)
		AC	DC	AC	DC	AC	DC	AC	DC	AC	DC	
Clara (a-b)	12,8	1.300	800	18,5	20,7	186,04	145,25	34,76	26,91	23,3	29,7	47
Clara (c-d)	15	800	450	22,3	25,6	187,36	139,73	31,27	23,09	25,3	33,8	70
Corta final (e)	17	450	-	27,1	-	170,83	-	26,00	-	29,8	-	92

Tabla 20 Diagrama ejemplo de propuesta de actuaciones selvícolas para formaciones de calidad I para las masas naturales de *Pinus halepensis* en la depresión del Ebro.

Las claras del esquema silvícola propuesto como ejemplo presentan un peso alto con **extracciones en área basimétrica del 36,0%, en la primera, y 30,6% en la segunda intervención** (valores muy similares si se refieren al volumen). Sirve también aquí lo comentado en el ejemplo de calidad I, respecto a los pesos de las claras, aunque en este caso los valores de extracción en área basimétrica son aún más superiores a los recomendados, teniendo en cuenta que además se trata de una calidad algo inferior. El principal problema, como ya se ha comentado en el ejemplo de mayor calidad, es que **se parte de unas elevadísimas densidades para la edad que presenta la parcela.**

Operación	H_0 (m)	N (pies ha^{-1})		dg (cm)		V ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$)		G ($\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$)		IH (%)		t (años)
		AC	DC	AC	DC	AC	DC	AC	DC	AC	DC	
Clara (a-b)	7,3	1.600	1.050	13,5	14,9	83,96	67,74	22,77	18,23	36,8	45,4	54
Clara (c-d)	10	1.050	550	17,3	20,1	112,26	80,73	24,57	17,47	33,2	45,8	80
Corta final (e)	12	550	-	21,9	-	108,18	-	20,77	-	38,2	-	108

Tabla 21 Diagrama ejemplo de propuesta de actuaciones selvícolas para formaciones de calidad III para las masas naturales de *Pinus halepensis* en la depresión del Ebro.

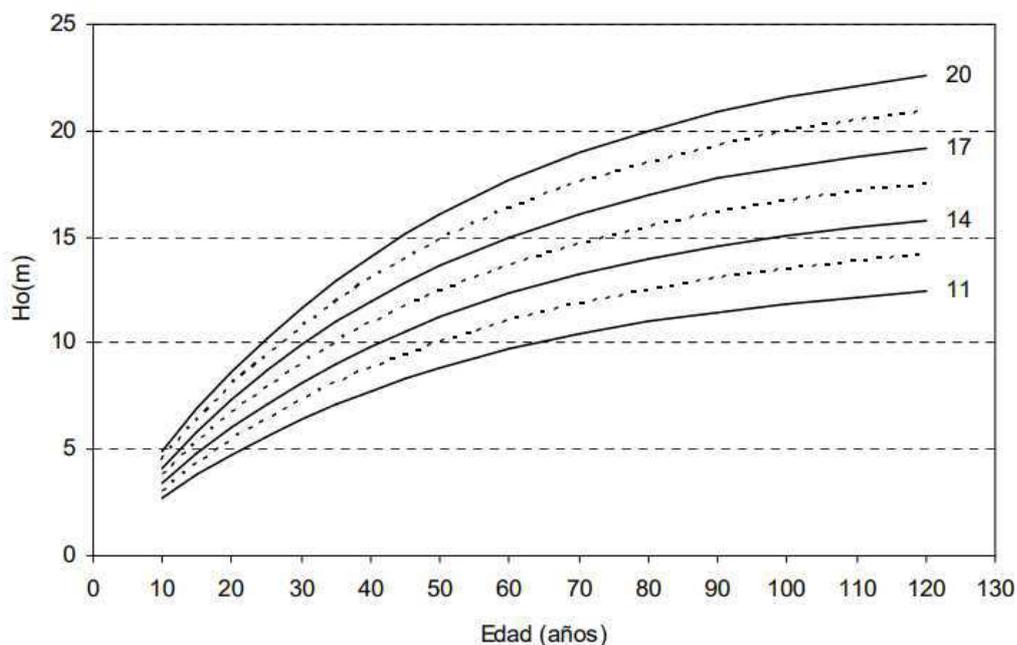
El programa de claras propuesto para formaciones de calidad III presenta un peso medio, con unas **extracciones en área basimétrica del 19,9%, en la primera, y del 28,9% en la segunda intervención.** Aunque el valor del área basimétrica en la primera intervención concuerda mejor con lo recomendado por los diferentes autores, ya comentados, no ocurre lo mismo con la segunda intervención, donde el valor vuelve a ser muy alto, considerando además que se trata de la calidad más baja.

En las masas arboladas de esta especie en la depresión del Ebro existe una gran heterogeneidad de espesura, incluso dentro de una misma calidad, destacando que hay muchas formaciones con espesura defectiva. **En estas masas de baja densidad no debe aplicarse un programa de claras,** pero sin embargo resulta muy útil también el diagrama de manejo de densidad, ya que permite al gestor calcular fácilmente la producción en la corta final.

De forma general, para todos los ejemplos anteriores, se puede decir que estos **programas de claras se pueden aplicar cuando se alcanza un umbral de espesura suficiente**, $IH < 46$, en el que tienen sentido intervenciones de reducción de la densidad. Para los rodales con densidad deficiente no se considera necesario plantear un programa de claras, sino solamente una intervención de corta final.

Calidad I						
Claros	Altura dominante (m)	Edad (años)	Densidad después de la actuación (pies/ha)	Diámetro medio (cm)	Volumen aprovechado (m ³)	Observaciones
Clareo	-	15	1.500	-	-	Altura media regenerado 2 m Junto con corta árboles padre
1ª Clara	14	40	400	19	181,2	Trituración y sierra
Corta final	19	50	150	24	68,2	Sierra y trituración
Corta árboles	21	60	0	29	63,4	Superficie máx. de corta 10 ha. Donde el estrato arbustivo impida regenerar, se tratará la vegetación. Madera para sierra

Tabla 22 Propuesta de silvicultura del pino carrasco elaborada el año 2003 por la oficina técnica de prevención municipal de incendios forestales de la Diputación de Barcelona con aprovechamiento de madera para trituración en masas de gran calidad con objetivo de producción de madera de calidad.



Gráfica 16. Curvas de calidad del Pino carrasco en función de la edad y altura dominante de los distintos umbrales diferenciados para las tres calidades de pino carrasco diferenciado para la Depresión del Ebro.

Primeros claros (intervenciones no comerciales)

Es un tipo de intervención fundamental cuando nos encontramos con **masas naturales de pino carrasco con altas densidades en las clases de edad de repoblado y monte bravo** sobretodo en masas **postincendio** donde se llegan a **superar** ampliamente los **10.000 pies por hectárea**. Esta primera actuación se considera indispensable en las masas más productivas y es importante hacerla precozmente para reducir la competencia intraespecífica y con ello facilitar el incremento del diámetro del arbolado desde el primer momento. También es crucial para disminuir el riesgo frente a incendios forestales de estas formaciones.

Con esta actuación se quiere **facilitar que en el momento de la primera clara comercializable** (hacia los 30, 40 o 60 años) estos árboles presenten una **relación de altura/diámetro de entorno a 80** para asegurar su estabilidad. Estas actuaciones tienen unos **costes de entre 850 y 1.000 euros por hectárea**, si bien este valor **depende mucho de la altura y densidad del regenerado**. La **selección** suele ser **semisistemática** seleccionando en las áreas entre calles de trabajo el arbolado malformado, dañado y moribundo.

Se puede combinar esta actuación con la ejecución de limpieas que reduce la competencia en estos primeros estadios del matorral y por otro lado ayuda a disminuir de forma importante el riesgo frente a incendios forestales.

El **objetivo es dejar unos 1.500 pies por hectárea** si bien en función de la planificación de la viabilidad de posteriores tratamientos se pueden plantear el

dejar o no menos arbolado. Se suele plantear esta actuación en buenas estaciones cuando el arbolado tiene entre 2,5 y 3 metros de altura que sucede cuando su edad se encuentra entre los 8 y 15 años.

Régimen de claras

El pino carrasco es una especie típicamente intolerante que soporta mal la competencia intraespecífica por lo que le resulta especialmente favorable estas intervenciones que estarán muy condicionadas por la estructura actual de la formación, la calidad de la estación, la rentabilidad o no de las actuaciones, etc. Por temas meramente selvícolas sería interesante realizar las claras de la forma más temprana posible para garantizar una buena respuesta de la masa.

En general, las **claras a proponer serán por lo bajo**, de modo que se favorezca la **prevención de incendios** sin poner en riesgo la protección del suelo. Siempre que las condiciones de la estación lo permita la **primera clara** será **semisistemática con el fin de reducir costes** y a la vez mejorar el acceso a la masa. En **zonas con ciertas pendientes las calles serán perpendiculares a la línea de máxima pendiente**, salvo en el caso de repoblaciones efectuadas en terrazas, en donde la saca de madera se realiza a través de arrastraderos; de las propias terrazas, o utilizando medios animales.

En las mejores calidades de estación, donde prevalezca un objetivo productor, **el régimen de claras se puede intensificar** con el fin de lograr una mayor cantidad de madera de sierra. En estas situaciones se propone aplicar claras selectivas al objeto de conseguir que los **árboles seleccionados como de porvenir alcancen diámetros elevados (35-40 cm)** en el menor tiempo posible. El número de pies de porvenir a seleccionar variará entre **250 y 400 pies por hectárea**, según calidades de la estación. En Cataluña para estas formaciones se propone **claras cada 15 a 20 años** reduciendo la densidad de 900, 600 hasta 400 pies por hectárea de árboles del porvenir para turnos de entre 60 y 80 años. En Francia se proponen sistemas más simplificados con clareo para dejar menos de 2000 pies por hectárea, una clara **a los 35-40 años para dejar entre 400 y 500 pies por hectárea y una corta final a los 60-70 años**. Pero también en Francia se propone un sistema con **tres claras fuertes a partir de los 10,5 a 11 metros** de altura dominante **cada 15 años (entre 35-45% de área basimétrica)** para un **turno de entre 80 y 90 años**.

En general el régimen de claras que se suele proponer para formaciones especialmente productivas se sitúa **entre 1 y 3 intervenciones a lo largo del turno del pino carrasco**. En ellas se **extraerán entre 30 y 40 metros cúbicos por hectárea** que son los que dan rentabilidad a estos aprovechamientos. Para saber el momento de actuación se observará el factor de espaciamiento f.e y que si el **cociente entre la distancia media entre árboles por la altura mediana es inferior al 30 % nos obliga a proponer aclarar**. La actuación de eliminación del matorral es inviable para las grandes formaciones arboladas de pino carrasco pero si tienen todo el sentido para las áreas de protección frente a los incendios forestales. Para economizar estos trabajos es importante reducir el número de claras o

clareos, aumentar el volumen o número de árboles apeados en cada clara, prolonga el período entre claras y realizar solamente una corta final.

Características de la calidad y criterios generales					
Características calidad II			Altura dominante a los 50 años = 11 m Altura dominante a los 80 años = 14 m		
Estructura propuesta			Monte alto regular		
Tratamiento			Clareo único		
Turno con aprovechamiento maderero (trituración)			40-45 años (Diámetro normal mínimo de corta = 15 cm)		
Turno sin aprovechamiento maderero			Ver calidad III		
Período de regeneración			8-12 años		
Régimen de cortas					
Número de cortas	Tipo de corta	Edad de la corta	Densidad inicial	Reducción de la masa	Notas
Primera	Clareo	8-12 años	> 2.000 pies/ha	Hasta dejar 1.000 o 1.500 pies/ha	<ul style="list-style-type: none"> La intervención no debe hacerse antes que la altura media del regenerado llegue a 1,5 m
Segunda	Final	40-45 años	1.000 a 1.500 pies/ha	Dejar de: 40 a 50 árboles padre/ha	<ul style="list-style-type: none"> Superficie máxima de corta = 10 ha. Los árboles padres se dejan hasta el siguiente clareo. En zonas donde el estrato arbustivo impida la regeneración puede ser necesario un tratamiento mecanizado de trituración del estrato. En algunos casos se puede considerar una quema controlada de los restos de la corta final.

Tabla 23. Propuesta de itinerario selvícola simplificado para formaciones de pino carrasco de calidad II.

Estado de desarrollo de la masa	ESTADO DE LA MASA ANTES DE CADA INTERVENCIÓN				EXTRACCIONES			
	Año	Rango edades (años)	Altura dominante	Nº de árboles por hectárea	Tipo de Intervención	Nº de árboles por hectárea	Producción	
							Peso seco al aire (t/ha)	Peso fresco (t/ha)
Repoblado	0		0,0	1.600	Repoblación (0)	0	0	0
M. Bravo	30	30	4,5	1.600	Clareo (1)	600	5	6
Latizal	50	50	6,5	1.000	Clara (2) (3)	300	9	12
Latizal	80	80	8,0	700	Clara (2) (3)	200	13	16
Latizal	120	120	9,5	500	Inicio cortas de regeneración (4)	300	40	50
Latizal	150	150	10,0	200	Final cortas de regeneración (4)	300	52	65
TOTAL							119	149

Tabla 24. Propuesta de itinerario selvícola medio más desarrollado para formaciones de pino carrasco denso de calidad máxima de la Comunidad Autónoma de Castilla y León. Este tipo de gestión ideal es muy complicada de llevar a cabo por el relativamente bajo valor de los potenciales aprovechamientos madereros.

La silvicultura propuesta para las formaciones densas de pino carrasco en **Castilla y León** se ha establecido principalmente para **masas con origen en la repoblación forestal** que son coetáneas y presentan generalmente buenas densidades. En estas formaciones, entradas en regeneración, se considera que el clareo sólo es necesario en el caso de masas con elevada densidad y gran cobertura y dadas las altas densidades de las formaciones y el poco desarrollo de copas en algunos casos no está asegurada una regeneración intensa. **Las claras deben dejar en pie, en todo caso, una cobertura arbolada**

mínima del 40%. En muchos casos pueden sustituirse por cortas de policía para mantener la vitalidad de la masa si las formaciones por las condiciones del terreno son claramente defectivas. **Se recomienda la introducción de frondosa (encina o quejigo)** en estas fases, cuando esté previsto ir progresivamente al cambio de especie o su evolución a una formación mixta.

		Turno	120	años
PRODUCCIÓN				
	Peso seco al aire	Peso fresco		
Producción total	119	149	t/ha	
Producción cortas intermedias	27	34	t/ha	
Producción finales	92	115	t/ha	
Crecimiento medio	1,0	1,2	t/ha.año	

Tabla 25. Producciones estimadas por hectárea de biomasa para los tratamientos propuestos para la gestión selvícola de las formaciones densas de pino carrasco en Castilla y León. El peso seco al aire corresponde al 12% de humedad. El peso fresco, es orientativo y corresponde al 40% de humedad. Porcentajes de humedad referidos a peso seco en estufa.

Cortas de regeneración

La elección del turno óptimo de gestión en masas regulares de *Pinus halepensis* viene determinado por el objetivo preferente de la ordenación y por la reducción significativa que se observa en la producción de fruto a partir de los 80-100 años (Nahal, 1962), dependiendo de la calidad de la estación. La mayor parte de los autores (ONF, 1992; Cal, 1992; Bernetti, 1995) proponen **turnos de gestión de 70-80 años**, en masas con vocación preferente **productora-protectora**. En el caso de **masas protectoras estos turnos pueden alargarse hasta 120-150 años** (DGMN-Murcia, 2006), aunque en este tipo de masas debe plantearse su **transformación hacia estructura irregular por bosquetes**, que pueda incluir mezclas con otras especies, de manera que se garantice una cobertura permanente del suelo por parte de la vegetación.

La corta final se propone, siguiendo las recomendaciones de la ONF, que se haga en la franja de edad que va de los **80 a los 120 años** y para un diámetro medio con corteza de los pinos de esta edad de entre 35 y 45 centímetros. Si se lleva a cabo con **cortas a hecho** las aperturas de las formaciones están muy condicionadas por el alcance de los piñones que no excede los 25 a 30 metros por lo que se recomienda que **no se abran superficies continuas de más de 2 hectáreas o fajas de más de 30 a 40 metros de anchura**. En el caso de cortas a hecho en dos tiempos se recomienda dejar entre 50 y 60 árboles por hectárea como pies semilleros con las características fenotípicas mejores.

En las formaciones arboladas densas de cierta calidad y de estación más protegida, donde es más normal el plantear actuaciones, las **cortas de regeneración por aclareo sucesivo uniforme han fracasado en muchas estaciones**. El método propuesto proponía **tres intervenciones** entre corta

preparatoria, una aclaratoria y la final en un periodo de unos **20 años**. En cambio para las **formaciones más xerófilas de pino carrasco si parece podría ser recomendable pero con periodos de regeneración más cortos de entre 10 y 15 años**. Así, siempre que no nos encontremos con masas con actuaciones y que entran a las cortas de regeneración con los deberes hecho, se plantea una **primera actuación para dejar una densidad de entre 200 y 250 pies** por hectárea con la primera actuación preparatoria. A continuación a los **cinco años se reduciría a los 100 a 125 pies** por hectárea y **a los diez años ya solo se dejarían entre 20 y 40 pies por hectárea** si no se ha conseguido aún la regeneración completa para extraerlos finalmente a los 15 años conjuntamente con pies procedentes de regeneración anticipada.

Dada la, en general, mala calidad de las formaciones de pino carrasco buena parte de su pies enteros serán destinados a un aprovechamiento biomásico dado que la alternativa para distintos usos puede no justificar los coste de clasificación de la madera. Por lo anterior y también por su alta densidad se considera que **por cada metro cúbico de madera se pueden generar hasta 0,75 toneladas verdes de biomasa** correspondiente tanto a la biomasa verde residual de ramas y ramillas como de buena parte de los fustes enteros.

La posibilidad de una gestión como masa irregular con combinación de cortas de mejor y de regeneración de forma continuada estaría reservada para formaciones de fuerte carácter protector. Son situaciones donde difícilmente los aprovechamientos son comerciales y por las disponibilidades económicas es muy complicado que se puedan generalizar las actuaciones.

10.5 Selvicultura del pino salgareño, *Pinus nigra arn,sspp. Salzmannii*.

El pino salgareño, *Pinus nigra sp*, es una especie de gran interés en España y en Teruel tanto por las superficies que ocupa como por los aprovechamientos a que da lugar, así como por su importante papel en la dinámica de nuestros bosques y por la riqueza etnográfica que ha generado. Los rasgos vitales de esta especie propician que sus masas boscosas constituyan un nicho ideal para una gran diversidad ecológica.

De sus características selvícolas son destacables su longevidad, su capacidad para soportar la sequía estival y para habitar en zonas del piso montano superior (2.000 m), su carácter vecero, y las particularidades de su regeneración por comportarse como una especie de media sombra en las exposiciones más calurosas.

La gestión selvícola tradicional se ha centrado en la extracción de los pies que alcanzaban un determinado diámetro (aprox. 20-25 cm); son por ello cortas diamétricas, que han favorecido la formación de estructuras de bosque más o menos irregularizadas. Estos tratamientos de huroneo han propiciado un tipo de gestión irregular original en tanto que se realiza con una sola especie (el

pino) que sigue siendo heliófila, muy al contrario pues de las masas irregulares tradicionales centroeuropeas. Esta gestión es más general en los montes de titularidad privada debido a la relativamente pequeña dimensión de las fincas y la búsqueda de beneficios a corto plazo. Este tipo de gestión irregular continúa siendo interesante, aunque precisa de la definición de modelos que primen la selección positiva del arbolado, eviten las cortas diamétricas y busquen a medio o largo plazo la mejora de la calidad de la madera.

Producto	Precio en pie Pta/m ³	Clases diamétricas											
		< = 20			25-30			35-40			> = 45		
		I-II	III	IV	I-II	III	IV	I-II	III	IV	I-II	III	IV
Trituración	1.000	100	100	100	20	30	40	10	20	30	10	20	30
Postes	6.500	-	-	-	30	20	10	10	5	-	-	-	-
Sierra normal	3.250	-	-	-	50	50	50	60	70	70	60	70	70
Sierra calidad	5.500	-	-	-	-	-	-	20	5	-	30	10	-

Tabla 26: Distribución porcentual estimada de los pies maderables para cada uno de los cuatro tipos de productos comercializables en función de la clase diamétrica y la calidad.

En el caso del pino salgareño por su rectitud y buenas características para los trabajos de impregnación para madera tratada tiene un importante destino para postes aún con diámetros relativamente moderados como los de la clase diamétrica 25-30 que limita en cierta forma el aprovechamiento biomásico respecto al mismo diámetro en especies como el pino carrasco y el rodeno.

La silvicultura en las grandes formaciones naturales debe estar enfocada a la conservación (en terrenos expuestos a la erosión), la protección o la producción. Tradicionalmente se han tratado como masas regulares y en ocasiones irregulares, ante el fracaso que en algunos casos supuso sobre todo la regeneración mediante aclareo sucesivo. En la actualidad se opta más por la búsqueda de masas semirregulares mediante aclareo sucesivo (por bosquetes).

Esta última modalidad es especialmente recomendable en zonas protegidas, buscando una mayor protección e integración de las cortas en el paisaje. La gestión de masas semirregulares es interesante porque es más flexible de cara a la regeneración, que en algunos casos puede resultar conflictiva, y porque la generalmente accidentada fisiografía y la heterogeneidad de los montes desaconsejan llegar a una masa regular.

Los turnos para los casos anteriores oscilarán entre 100 y 150 años, dado el uso que tradicionalmente se ha dado a la madera, si bien podrían reducirse considerando un turno tecnológico (para postes y rollizos), como ocurre con las masas de *Pinus nigra* en otras comarcas peninsulares. El turno de máxima renta en especie se ha establecido en 120 años para las sierras Béticas y en la mayor parte de las estaciones españolas. En los montes de las Sierras de Cazorla y Segura, durante bastante tiempo se alargó el turno (o edad de madurez) hasta 150 años por razones tecnológicas, criterio apoyado

actualmente con el objetivo de favorecer la calidad de los productos finales (Gómez 1996) y de mejorar la calidad de los hábitats (Martín 2002).

Es interesante en las cortas de regeneración dejar abierta a criterio del gestor la posibilidad de mantener en el monte algunos pies de edades superiores a la edad de madurez con el objetivo de proteger el suelo, mejora paisajística, diversidad estructural de la masa, etc.. La reserva de pies es más interesante si cabe en la especie que nos ocupa dada su elevada longevidad que, aunque de forma media se cifra en 500 ó 600 años, puede ser muy superior. Por ello los pies pueden permanecer en el monte como individuos vitales durante un tiempo muy superior a su turno.

Los periodos de regeneración para la especie, en caso de tratarse como masa regular o semirregular, oscilarán entre 20 y 30 años, variando en función del método de Ordenación que se aplique y las condiciones de la estación.

La heterogeneidad manifiesta en los procesos de regeneración obliga a que la aplicación de las cortas sea cuidadosa. La selvicultura debe adecuarse a los distintos enclaves del monte, poniendo especial interés en las zonas más limitantes como solanas encespadas, fuertes pendientes, etc.. Para el caso de alta montaña (donde la especie se comporta como heliófila) o enclaves limitantes de otras altitudes (roquedos, litosuelos...) las prácticas selvícolas se orientarán a la protección del suelo y conservación de las poblaciones, englobando estas zonas en cuarteles de protección.

En los enclaves relícticos la selvicultura debe volcarse hacia la protección y conservación, y no se puede hablar de cortas de regeneración entre otras razones por los condicionantes edáficos, topográficos y selvícolas (espesuras defectivas) que suelen presentar estas poblaciones. Se contemplará la realización de cortas de policía para eliminar pies secos o afectados por plagas, enfermedades o incendios. En las masas relícticas tiene gran interés la puesta en práctica de una cuidadosa selvicultura preventiva de incendios que incida en el control del combustible y adecue las masas adyacentes en espesura y estructura, dada la dramática incidencia de este factor en algunos enclaves.

En las repoblaciones deben abordarse planes de claras que permitan a la masa llegar a la fase de regeneración en mejores condiciones de estabilidad. La organización de la masa artificial hasta alcanzar una estructura equilibrada de clases de edad se ve muy facilitada por la longevidad de la especie, que permite retrasar las cortas sin riesgo de decrepitud de la masa. Por ello los tratamientos selvícolas a aplicar no difieren en exceso de los que marca la selvicultura general para estas masas; se debe buscar un equilibrio de clases de edad que asegure la estabilidad de la función protectora, lo que se logrará adelantando y atrasando, respecto del momento óptimo de corta, la puesta en regeneración de importantes fracciones de la masa.

Clara	Clase diamétrica	Pinus nigra		
		Cal. I-II	Cal. III	Cal. IV
2*	10	30	40	50
	15	50	60	50
	20	20	—	—
3*	10	—	—	10
	15	60	60	60
	20	30	40	30
	25	10	—	—
4*	15	20	30	40
	20	50	40	50
	25	30	30	10
5*	20	30	30	30
	25	40	50	60
	30	30	20	10
6*	20	—	—	—
	25	10	10	40
	30	30	30	40
	35	60	60	20
7*	30	10	—	—
	35	40	—	80
	40	50	10	20
	45	—	90	—
8*	40	—	—	—
	45	20	—	—
	50	60	—	—
	55	20	—	—

Tabla 27: Porcentaje de los pies extraídos en cada clara selectiva por calidades para el Pinus nigra sspp salzamanni. Fuente Centre Tecnologic Forestal Catalunya.

El objetivo final de la selvicultura es la producción de madera de calidad para sierra para lo que habrá que llevar a las formaciones a un diámetro medio final de corta de unos 50 centímetros en las formaciones de mayor calidad y de 45 en las de calidad media, y con unos 190 pies y 250 por hectárea respectivamente. El turno se encontraría entre 80 y 100 años para las formaciones de mayor calidad y entre 100 y 120 años para las de calidad III. Se deben realizar clareos tempranos y fuertes y claras a partir de los 8 metros de altura dominante en forma de claras selectivas mixtas que irán disminuyendo gradualmente de intensidad con el tiempo. Se recomienda una poda de calidad en los árboles de futuro hasta un mínimo de 6 metros de altura. La regeneración se debe realizar por fajas estrechas de hasta 25 metros de ancho.

Calidad I - II		Clara selectiva mixta
H _o m	N	
—	>10.000 1.666	Masas naturales procedentes de regeneración. Plantación: 1.666 pies/ha; marco de 3x2 m; planta de 2 savias; Sólo aconsejable allí donde no haya regeneración natural o sea necesario complementarla.
6	4.500 1.500	Clareos: Reducir la densidad a 2.500 pies/ha, eliminando los árboles con defectos, malformaciones o enfermos. Reducir densidad a 1.500 pies/ha en caso de plantación.
10	2.000 1.200	Clara selectiva mixta: selección de árboles de futuro: 190 en total. Clara fuerte alrededor de los pies escogidos: eliminar 3-4 competidores por árbol de futuro. Poda de los pinos seleccionados hasta los 5-6 m de altura.
13	1.280 800	Clara selectiva alrededor de los pies escogidos: eliminar 2-3 competidores por árbol de futuro.
16	832 550	Clara selectiva alrededor de los pies escogidos: eliminar 1-2 competidores por árbol de futuro.
18	549 400	Clara selectiva alrededor de los pies escogidos: eliminar hasta 1 competidor por árbol de futuro.
20	373 300	Clara selectiva alrededor de los pies escogidos: eliminar 0,5 competidores por árbol de futuro.
22	261	Clara fuerte por lo bajo: extracción del resto de los pies dominados de la masa.
24	190	Nº final de pies; no se realizan más tratamientos hasta las cortas de regeneración.

Tabla 28: Esquema del tratamiento propuesto para el *Pinus nigra* spp *salzamanni* en el Prepireneo catalán para formaciones de calidad I y II, sería extrapolable para Teruel pero quizás con una alturas dominantes algo inferiores. Fuente Centre Tecnologic Forestal Catalunya.

Los modelos propuestos apuestan por reducir las intervenciones selvícolas a un mínimo en consonancia con los objetivos definidos. Alcanzar mayores diámetros con pies de buena conformación en el mismo turno sólo es posible adaptando la gestión a la dinámica natural de crecimiento de esta especie. Para ello es fundamental realizar las claras en el momento adecuado y adaptar su peso a la capacidad de reacción de la masa en las diferentes edades. Es por ello que se proponen las claras selectivas como base del régimen de tratamientos selvícolas, aconsejándose regular las intervenciones en función de la H_o, parámetro directamente relacionado con la calidad de estación y por consiguiente con el potencial de crecimiento (Assmann, 1970).

Ho	Edad	Edad	Nt	dg	A.B.	Vcc	Fcc	Next	% N	Cp/a.f.	A.B. ext.	% A.B.	V ext.	% V	% S	
m	años	años	pies/ha	cm	m ²	m ³	%	pies/ha	%	-	m ²	%	m ³	%	%	
6,0	16	19	≥= 4.500					> 2.500								
10,0	25	29	2.000	13,8	29,7	145		720	36,0	3,8	10,7	36	52	36	22	
13,0	32	38	1.280	19,1	36,7	208		448	35,0	2,4	12,8	35	73	35	22	
16,0	41	49	832	25,1	41,0	276		283	34,0	1,5	13,9	34	94	34	22	
18,0	47	57	549	30,9	41,2	308		176	32,0	0,9	13,2	32	98	32	24	
20,0	54	67	373	37,4	41,0	338		112	30,0	0,6	12,3	30	101	30	26	
22,0	61	78	261	44,4	40,5	366		71	27,3	0,4	11,0	27	100	27	28	
24,0	71	91	190	51,7	39,9	394	90	1.810					518		30	
Total													912	Calidad I-II		
Ho	Edad	Nt	dg	A.B.	Vcc	Fcc	Next	% N	Cp/a.f.	A.B. ext.	% A.B.	V ext.	% V	% S		
m	años	pies/ha	cm	m ²	m ³	%	pies/ha	%	-	m ²	%	m ³	%	%		
6,0	22	4.500					2.500									
9,0	32	2.000	13,0	26,5	121		758	37,5	3,0	10,0	38	46	38	25		
11,0	40	1.242	17,8	30,8	151		458	36,8	1,8	11,4	37	56	37	26		
13,0	49	784	23,3	33,4	184		274	34,9	1,1	11,7	35	64	35	27		
15,0	60	510	29,5	34,8	216		168	32,9	0,7	11,4	33	71	33	30		
17,0	73	343	36,3	35,4	248		92	27,0	0,4	9,6	27	67	27	32		
19,0	89	250	42,8	36,0	281	85	1.750					304		33		
Total													584	Calidad IV		
Ho	Edad	Nt	dg	A.B.	Vcc	Fcc	Next	% N	Cp/a.f.	A.B. ext.	% A.B.	V ext.	% V	% S		
m	años	pies/ha	cm	m ²	m ³	%	pies/ha	%	-	m ²	%	m ³	%	%		
6,0	29	4.500					2.500									
8,0	38	2.000	12,2	23,4	101		706	35,3	2,4	8,3	35	36	35	28		
10,0	49	1.294	16,7	28,3	129		444	34,3	1,5	9,7	34	44	34	28		
11,5	59	850	21,4	30,5	151		275	32,3	0,9	9,9	32	49	32	30		
13,0	71	576	26,5	31,8	173		174	30,3	0,6	9,6	30	52	30	32		
14,5	85	401	32,1	32,6	194		101	25,2	0,3	8,2	25	49	25	34		
15,5	97	300	37,1	32,8	206	80	1.700					230		37		

Tabla 29: Tabla de selvicultura a la carta del *Pinus nigra var Salzmanni*. Fuente Centre Tecnologic Forestal Catalunya.

Las Tablas de Selvicultura a la carta reflejan el desarrollo potencial de estas masas bajo la aplicación de un régimen predeterminado de claras, en este caso selectivas mixtas. Con el apoyo de una poda de los pies escogidos se asegura una proporción de madera limpia de nudos desde el comienzo de las primeras intervenciones. El objetivo es potenciar la producción de madera de calidad en turnos similares o menores a los actuales. Otros productos intermedios como los postes se aseguran en una proporción similar o mayor a la que se obtiene con el sistema de gestión tradicional. Es factible por ello mantener una rentabilidad paralela al objetivo principal sin comprometer la estructura de la masa hacia un sólo producto, aunque éste goce actualmente de una buena acogida en el mercado

Aproximadamente se ha estimado que de media **se pueden extraer unos 180 kilogramos de biomasa verde por cada metro cúbico que se moviliza de madera para apea, poste, sierra, canter, etc.** Aproximadamente los **residuos leñosos con diámetro menor de 7 centímetros comprende un 26%** del peso del fuste en claras sobre pinares de silvestre. Por ello para nuestros cálculos y teniendo en cuenta que es la especie con importante porcentaje de destino a poste y madera de sierra por la mayor rectitud de sus pies se considera un aprovechamiento de biomasa de entorno a **0,25 toneladas verdes por metro cúbico de madera movilizable.**

Calidad III		Clara selectiva mixta
H _a m	N	
–	>10.000 1.666	Masas naturales procedentes de regeneración. Plantación: 1.666 pies/ha; marco de 3x2 m; planta de 2 savias; Sólo aconsejable allí donde no haya regeneración natural o sea necesario complementarla.
6	4.500 1.500	Clareos: Reducir la densidad a 2.500 pies/ha, eliminando los árboles con defectos, malformaciones o enfermos. Reducir densidad a 1.500 pies/ha en caso de plantación.
9	2.000 1.200	Clara selectiva mixta: selección de árboles de futuro: 250 en total. Clara fuerte alrededor de los pies escogidos: eliminar 3 competidores por árbol de futuro. Poda de los pinos seleccionados hasta los 5-6 m de altura.
11	1.242 800	Clara selectiva alrededor de los pies escogidos: eliminar 2 competidores por árbol de futuro.
13	784 550	Clara selectiva alrededor de los pies escogidos: eliminar 1 competidor por árbol de futuro.
15	510 350	Clara selectiva alrededor de los pies escogidos: eliminar menos de 1 competidor por árbol de futuro.
17	343	Clara fuerte por los bajo: extracción del resto de los pies dominados de la masa.
19	250	N.º final de pies; no se realizan más tratamientos hasta las cortas de regeneración.

Tabla 30: Esquema del tratamiento propuesto para el *Pinus nigra* ssp *salzamanni* en el Prepirineo catalán para formaciones de calidad III, sería extrapolable para Teruel pero quizás con una alturas dominantes algo inferiores. Fuente Centre Tecnologic Forestal Catalunya.

11 ITINERARIOS SILVÍCOLAS PARA FORMACIONES DEL GÉNERO QUERCUS.

11.1 Selvicultura de las formaciones del género *Quercus*.

Es de gran interés actualmente la ejecución de cierta selvicultura y transformación de los montes que histórica y tradicionalmente suministraban energía a la población del género *Quercus* y que actualmente se consideran de enorme valor tanto para la fauna, flora y paisaje como para una **estrategia de mayor resiliencia de las formaciones arbóreas ante el cambio climático y los incendios forestales**.

Tradicionalmente sus manifestaciones se encontraban en forma principal de masa de monte bajo pero tras años de paulatino abandono de sus aprovechamientos se encuentran ahora en un **momento interesante, en las manifestaciones que prosperan en terrenos de mejor estación, para su evolución a formaciones de monte alto o medio**. Hablamos de formaciones arbóreas de encina (*Quercus ilex*), rebollo (*Quercus pyrenaica*), quejigo (*Quercus faginea*), y roble mediterráneo (*Quercus pubescens*).

En el monte mediterráneo de especies del género *Quercus*, históricamente se solía aplicar un modelo de producción de leñas basado en la distribución diamétrica de los pies existentes y los tratamientos selvícolas requeridos para el mantenimiento y mejora de la superficie forestal.

Los modelos que se proponen para la provincia de Teruel aprovechan los trabajos que en esta dirección han llevado a cabo en la vecina comunidad autónoma de Castilla y León donde se ha desarrollado unas propuestas de **itinerarios selvícolas teniendo muy en cuenta sus implicaciones en la movilización de biomasa**. Los tratamientos se recomiendan principalmente para las **áreas en donde se puedan mecanizar en lo posible los trabajos y que estén establecidos sobre suelos medio o fértiles** para permitir el desarrollo de formaciones arboladas densas. Quedan **excluidas totalmente** como de potencial valorización las **masas establecidas sobre pendientes superiores al 60% o que tengan un valor ecológico o recreativo singular** que dificulte los aprovechamientos de cierta intensidad.

Entre los **objetivos** a realizar en este tipo de formaciones está principalmente:

- **Obtener leñas** de forma eficiente y perenne.
- **Aumentar el vigor de las masas.**
- **Reducir el combustible** presente en el monte.

Las consideraciones generales para este tipo de aprovechamientos es que se debe contar con un tamaño y homogeneidad del aprovechamiento suficiente para **rentabilizarlo que se situaría en un mínimo de unas 500 toneladas**

verdes movilizables en el conjunto del aprovechamiento y una densidad del **tratamiento que sea superior a las 40/50 toneladas por hectárea**. También se puede actuar en otras situaciones si son o bien muy ventajosas para realizar los trabajos o porque cuentan con algún ingreso o subvención extra para su realización.

También para que sean rentables estos trabajos se deben poder mecanizar para lo que necesitamos que la **pendiente del terreno sea inferior al 30%** y que el matorral o la escabrosidad del terreno no sean especialmente desfavorables. Podría suponer un problema que la distribución de los pies fuera desfavorable porque fuera en forma por ejemplo de cepas. También es importante que las **distancias de desembosque no sean excesivas** por lo que es importante que haya una **buena red de pistas** o se pueda ampliar la existente. Finalmente también se debe tener en cuenta los costes de transporte hasta planta y la mejor estrategia para abordar este trabajo.

Antes de realizar los trabajos se debe llevar a cabo una planificación previa de los trabajos en los que se debe dar en primer lugar respuesta al destino final que se quiera dar a la biomasa procesada ya sea una central logística, un consumidor final o una empresa valorizadora de la biomasa.

Las exigencias del producto final nos lo fijará el consumidor final que cuanto menor tamaño tenga la caldera supondrá una mayor exigencia de calidad de la astilla a generar.

En casi todos los aprovechamientos en forma de claras o resalveos la **mejor opción para la rentabilidad** de los aprovechamientos es que **se trabaje con árboles completos y con astillado fijo**. Solo formaciones de gran calidad pueden justificar la división de diferentes productos para sus distintos destinos.

Bosque actual				Actuaciones		Bosque objetivo
Tipo	Diámetro medio	Densidad rebrotes/ha	Densidad cepas/ha			
Q.1		>500	>150	Corta final (d=400 pies/ha)	Selección de rebrotes a los 8-10 años	Monte ordenado
Q.2	>17 cm	>500	<150	Dejar un pie por cepa, manteniendo un mínimo de 400 pies/ha.	Favorecer la regeneración sexual y esperar a que sea Q.1	Q.1
Q.3		>1.200		Dg < 12 cm	Selección de rebrotes	Dejar crecer hasta llegar a ser Q.1
	<17 cm			Dg de 12 a 17 cm	Corta final	Reservar entre 400 y 700 pies/ha en función del diámetro (recubrimiento=40%)
Q.4		<1.200		Dejar crecer hasta llegar a un diámetro medio de 17 cm.		Q.1 Q.2
Q.5	Zonas afectadas por perturbaciones (incendios, sequía, plagas, etc.)			Corta sanitaria con reserva de 400 pies/ha sanos, si existen	Selección de rebrotes a los 8-10 años	Monte ordenado

Tabla 31 Resumen de posibles itinerarios selvícolas de formaciones densas del género *Quercus* de distintas categorías de mayor a menor. Fuente: Comunidad autónoma de Castilla Y León.

11.2 Tratamiento de monte bajo regular adaptado para producir leña con producción intermedia de biomasa verde.

La mejor opción para este tipo de masas es la orientación a una **selvicultura para la obtención de leñas con formaciones regulares en forma de monte bajo**. Para sacar este aprovechamiento de leñas es necesario que el **diámetro medio** de los pies a aprovechar se sitúe **en torno a los 17 cms**. Para acelerar este proceso es muy necesario realizar actuaciones previas para bajar la densidad de pies por hectárea. Entonces las intervenciones propuestas son:

- **Roza de penetración** cuando sea necesaria.
- **Selección de rebrotes (no comercial) a los 8 a 10 años.** Tiene por objeto selección **uno o dos rebrotes por cepa** para conseguir una **densidad final** de entorno a los **900 y 1.000 pies por ha**. Se dejan en principio los que presenten mayor estabilidad por su coeficiente de esbeltez, su vigor o su correcto estado sanitario. Reducción de los restos de corta in situ.

	Encina	Roble
Volumen aprovechado	30,5 t/ha	39 t/ha
Precio en cargadero	48 €/t	32 €/t
Ingresos de la leña de los 400 pies/ha reservados	1.464 €/ha	1.248 €/ha
Coste de selección de rebrotes	- 360 €/ha	
Coste de la roza de penetración	- 300 €/ha	
Coste de cortar, reducir restos de corta y extraer leñas a cargadero (22 a/t)	- 671 €/ha	- 858 €/ha
Balance (dinero actual)	133 €/ha	- 270 €/ha

Tabla 32. Estimación de costes y volumen aprovechable de actuaciones de selección primera de rebrotes en formaciones densas de encina y roble en Castilla y León.

- **Posible segunda selección de rebrotes.** Esta actuación generalmente es **deficitaria como la primera**, y se reserva para formaciones sobre terrenos medianamente fértiles con interesantes densidades por la calidad de las estaciones. En este caso se eliminarán todos los rebrotes inducidos con posterioridad a la selección de rebrotes y se interviene sobre el estrato arbustivo. Se actúa **a los 18-20 años de la actuación anterior**.

Ingresos de leñas	0
Coste del desbroce y la selección sobre pies competidores	- 500 €/ha
Balance (dinero actual)	- 500 €/ha

Tabla 33. Estimación de costes y volumen aprovechable de las segundas actuaciones de selección de rebrotes en formaciones densas de encina y roble en Castilla y León.

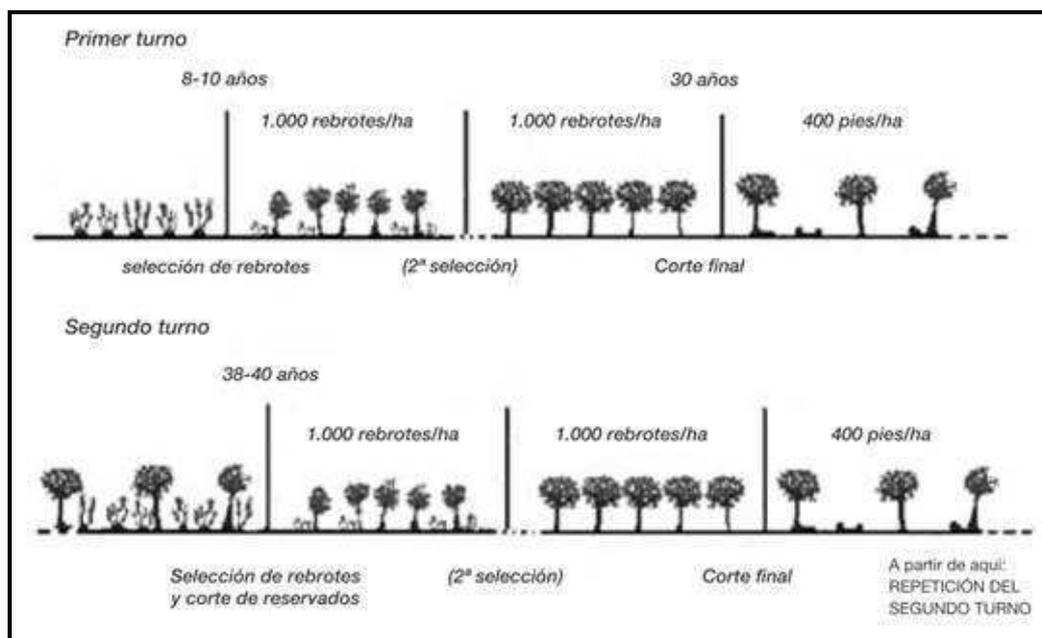


Gráfico 17. Esquema de los tratamientos propuestos, respectivamente con un primer o un segundo turno, para formaciones densas del género *Quercus* en Castilla y León.

- **Corta final a los 30-40 años con reserva de árboles con criterio económico y paisajístico.** En ese momento el arbolado tiene unos diámetros medios por encima de los 17 cms y tiene una potencial producción de leñas. Estas últimas cortas reservarán un máximo de 400 pies por hectárea que se deberán distribuir de la forma más repartida posible. Se deben reducir al máximo los restos de los tratamientos. Dejar un espaciamiento final de un marco de 5 x 5 metros entre pies, pues permite el tránsito de desembosque y de maquinaria. En algunos casos puede tenerse que esperar entre 20 y 30 años entre la actuación anterior y ésta con la consiguiente acumulación del combustible del monte. Por ello puede ser interesante en ecosistemas más productivos la realización de una tercera intervención.

	Encina	Roble
Volumen aprovechado	46 t/ha	58 t/ha
Precio en cargadero	48 €/t	32 €/t
Ingresos de la leña	2.208 €/ha	1.856 €/ha
Coste de la roza de penetración	- 300 €/ha	
Coste de cortar, reducir restos de corta y extraer leñas a cargadero (22 €/t)	1.012 €/ha	- 1.276 €/ha
Balace (dinero actual)	896 €/ha	280 €/ha

Tabla 34. Resultado aprovechamiento final de leñas en formaciones de monte bajo.

Aunque el balance de volumen aprovechable es más favorable en el roble el ingreso total final por hectárea es mejor en el encinar por la mayor valoración de esta leña. En este sentido para rentabilizar la actuación en formaciones con robledal es necesario localizar mercados que valoren adecuadamente la madera de roble como Francia.

11.3 Itinerarios selvícolas propuestos para Rebollares, quejigares y encinares de calidad intermedia a baja en masas de monte alto estructural.

Se proponen para las formaciones del género *Quercus* de calidad intermedia a baja los siguientes itinerarios selvícolas medios para la transformación de estas masas en monte alto estructural en la comunidad autónoma de Castilla y León. La propuesta global es para un **turno de unos 130 años**, muy habitual para estas formaciones en sus estaciones más favorables, y con cierta intensidad en las actuaciones para conseguir cierta calidad de las formaciones cuando llegan a las últimas claras y cortas de regeneración.

Estado de desarrollo de la masa	ESTADO DE LA MASA ANTES DE CADA INTERVENCIÓN				EXTRACCIONES			
	Año	Rango edades (años)	Altura dominante	Nº de árboles por hectárea	Tipo de Intervención	Nº de árboles por hectárea	Producción	
							Peso seco al aire (t/ha)	Peso fresco (t/ha)
Repoblado	0		0,0					
M. Bravo	20		4,5		Clareo		16	20
Latizal	40	20-40	8,0	2.000	Clara	800	20	25
Latizal	60	40-60	10,0	1.200	Clara	400	24	30
Fustal	85	65-85	11,5	800	Clara	300	32	40
Fustal	110	90-110	12,2	500	Inicio cortas de regeneración	380	48	60
Fustal	130	110-130	12,5	120	Final cortas de regeneración	120	48	60
TOTAL							188	235

Tabla 35 Itinerario selvícola propuesto para las formaciones densas del género *Quercus* para un turno de 130 años. Fuente: Comunidad autónoma de Castilla Y León.

		Turno	110	años
PRODUCCIÓN				
		Peso seco al aire	Peso fresco	
Producción total		188	235	t/ha
Producción cortas intermedias		92	115	t/ha
Producción finales		96	120	t/ha
Crecimiento medio		1,7	2,1	t/ha.año

Tabla 36 Resumen de producción durante el total del itinerario selvícola propuesto para las formaciones densas del género *Quercus* productivas y mecanizables. Fuente: Comunidad autónoma de Castilla Y León.

11.4 Quejigares y encinares gestionados en monte alto abierto en estaciones de mayor carácter protector.

Se realizan estos aprovechamientos extrayendo para su destino como biomasa verde los **árboles completos obtenidos por claras o clareos** de robles o encinas en donde se realizan las siguientes operaciones:

- Apeo con **motosierra o multitaladora**.
- **Desembosque** de árboles con tractor **agrícola o autocargador**.
- **Apilado en cargadero para su astillado** posterior o también se puede optar por el transporte del árbol completo con el tractor o con un camión rígido o camión con remolque hasta la planta.

En principio, como se puede observar en la tabla 30, **las actuaciones que se proponen en el itinerario selvícola se repiten cada 15 años** de forma ideal pero ello no siempre es posible y se suelen agrupar varias actuaciones en una para hacerlas rentables. La propuesta es para turnos de corta de hasta 170 años en los que se debe buscar la valorización de las maderas de las cortas finales y disminuir al máximo los costes de las cortas intermedias o incluso obtener ingresos por las mismas.

Estos aprovechamientos empiezan a ser **rentables para talleres densos de rebollar con más de 160 toneladas verdes de biomasa por hectárea en tratamientos que extraigan entre el 25 y el 40 % del área basimétrica** con criterios selvícolas de mejora de las formaciones. Ello supone la **extracción de entre 40 y 70 toneladas por hectárea** si el diámetro medio de los **pies extraídos se sitúa por encima de los 9,5 cms**. Se **extraería entre un tercio o incluso la mitad de los pies existentes** para mejorar el tránsito por la masa y con ello importantes mejoras para la práctica de la caza, el aprovechamiento ganadero, el turismo extensivo, la protección frente a incendios forestales, etc.

Estado de desarrollo de la masa	ESTADO DE LA MASA ANTES DE CADA INTERVENCIÓN				EXTRACCIONES			
	Año	Rango edades (años)	Altura dominante	Nº de árboles por hectárea	Tipo de Intervención	Nº de árboles por hectárea	Producción	
							Peso seco al aire (t/ha)	Peso fresco (t/ha)
Repoblado	0		0,0		Sin intervención (0)			
M. Bravo	15		1,8		Rozas (1)		10	13
M. Bravo	30	10-30	3,5	2.500	Roza +limpia, clareo y poda	1.000	10	13
M. Bravo	45	25-45	5,0	1.500	Clara (poda mantenimiento)	800	18	23
Latizal	65	45-65	6,5	700	Clara (poda mantenimiento)	350	25	31
Latizal	90	70-90	7,5	350	Clara (poda mantenimiento)	100	15	19
Latizal	120	100-120	8,0	250	Clara (poda mantenimiento)	50	15	19
Fustal	150	130-150	8,3	200	Inicio cortas de regeneración	120	50	63
Fustal	170	150-170	8,5	80	Final cortas de regeneración	80	50	63
TOTAL							193	241

Tabla 37 Itinerario selvícola propuesto para las formaciones densas del género Quercus con fuerte carácter protector para un turno de 170 años. Fuente: Comunidad autónoma de Castilla Y León.

PRODUCCIÓN			
	Peso seco al aire	Peso fresco	
Producción total	193	241	t/ha
Producción cortas intermedias	93	116	t/ha
Producción finales	100	125	t/ha
Crecimiento medio	1,3	1,6	t/ha.año

Tabla 38 Resumen de producción durante el total del itinerario selvícola propuesto para las formaciones densas del género *Quercus* productoras/protectoras. Fuente: Comunidad autónoma de Castilla Y León.

11.5 Rebollares, quejigares y encinares en monte bajo con resalveos.

A continuación, se presenta la propuesta de un itinerario selvícola medio y orientativos recomendado para una calidad intermedia de la estación para la **transformación de un monte bajo en uno medio o alto del género *Quercus***. Se va llevando a cabo **cada 30 años una serie de actuaciones** en las cepas para seleccionar los resalvos que se van manteniendo y llevando hacia la corta final donde ejercerán como árboles padre por la buena calidad de sus genotipos. Se propone un **periodo de transformación de hasta 120 años** y se estiman la cantidad de madera y biomasa que se puede llegar a movilizar.

Estado de desarrollo de la masa	ESTADO DE LA MASA ANTES DE CADA INTERVENCIÓN				EXTRACCIONES			
	Año	Edad	Altura del rebrote	Nº de árboles por hectárea	Tipo de Intervención	Nº de árboles por hectárea	Producción	
							Peso seco al aire (t/ha)	Peso fresco (t/ha)
Replado	0	0	0,0					
M. Bravo	30	30	7,0		Corta a hecho con 200 resalvos	Todos menos 200 resalvos nuevos	50	63
Resalvos sobre monte bajo	60	60	7,0	200[1] + rebrote	Corta a hecho con 200 resalvos	Todos menos 100 resalvos nuevos y 100 resalvos de 30 años (*)	55	69
Resalvos sobre monte bajo	90	90	7,0	100[1] + 100[2] + rebrote	Corta a hecho con 200 resalvos	Todos menos 100 resalvos nuevos, 50 de 30 años y 50 de 60 años (*)	60	75
Resalvos sobre monte bajo	120	120	7,0	100[1] + 50[2] + 50[3] + rebrote	Corta a hecho con 200 resalvos	Todos menos 100 resalvos nuevos, 50 de 30 años y 50 de 60 años (*)	60	75
...					
TOTAL							225	281

Tabla 39 Itinerario selvícola propuesto para las formaciones densas del género *Quercus* de origen monte bajo en transformación a monte medio o alto. Fuente: Comunidad autónoma de Castilla Y León.

PRODUCCIÓN			
	Turno	30	años
	Peso seco al aire	Peso fresco	
Producción total	60	75	t/ha
Producción cortas intermedias	0	0	t/ha
Producción finales	60	75	t/ha
Crecimiento medio	2,0	2,5	t/ha.año

Tabla 40 Resumen de producción durante el total del itinerario selvícola propuesto. Fuente: Comunidad autónoma de Castilla Y León.

11.6 Rebollares, quejigares y encinares adehesados.

Valores orientativos o recomendados para una calidad intermedia propuestos para formaciones del **género *Quercus* fruto de una dehesa que ha entrado en regeneración o de una formación densa donde se quiera proceder al adehesamiento de la misma para un aprovechamiento silvopascícola.** Son formaciones con un gran interés para la disminución del riesgo frente a incendios y para la diversificación de servicios y productos que puede proveer el monte.

Estado de desarrollo de la masa	ESTADO DE LA MASA ANTES DE CADA INTERVENCIÓN				EXTRACCIONES			
	Año	Rango edades (años)	Altura dominante	Nº de árboles por hectárea	Tipo de Intervención	Nº de árboles por hectárea	Producción	
							Peso seco al aire (t/ha)	Peso fresco (t/ha)
Repoblado	0		0,0		Sin intervención (0)			
M. Bravo	20		2,0		Rozas, escardas, binas (1)		7	9
M. Bravo	30	0-30	3,5	1.500	Roza +limpia, clareo y poda	800	10	13
Latizal	45	15-45	5,0	700	Clara (poda mantenimiento)	400	15	19
Latizal	65	35-65	6,5	300	Clara (poda mantenimiento)	100	12	15
Latizal	80	50-80	7,3	200	Clara (poda mantenimiento)	50	10	13
Fustal	90	60-90	7,7	150	Poda de fructificación	0	10	13
Fustal	100	70-100	8,0	150	Poda de fructificación	0	10	13
Fustal	110	80-110	8,2	150	Poda de fructificación	0	10	13
Fustal (2)				150	8 podas de fructificación y 3 de rejuvenecimiento	0	110	138
Fustal	220	190-220	9,0	150	Inicio cortas de regeneración	100	100	125
Fustal	250	220-250	9,0	50	Final cortas de regeneración	50	80	100
TOTAL							374	468

Tabla 41 Itinerario selvícola propuesto para la transformación de regenerados densos del género *Quercus* en dehesas. Fuente: Comunidad autónoma de Castilla Y León.

PRODUCCIÓN			
	Turno	220	años
	Peso seco al aire	Peso fresco	
Producción total	374	468	t/ha
Producción cortas intermedias	294	368	t/ha
Producción finales	80	100	t/ha
Crecimiento medio	1,7	2,1	t/ha.año

Tabla 42 Resumen de producción durante el total del itinerario selvícola propuesto. Fuente: Comunidad autónoma de Castilla Y León.

11.7 Podas de Rebollares, quejigares y encinares adehesados.

En el caso de las formaciones adehesadas los únicos tratamientos selvícolas que se realizan sobre sus pies arbóreos son generalmente las podas. **Los rendimientos de podas son difíciles de cuantificar para los distintos productos que se obtienen (leñas, taramas, chasca), las variadas especies productoras, métodos de beneficio** (incluimos también las leñas procedentes de monte bajo), **condiciones de aprovechamiento, intensidad y antigüedad de la última poda, etc.** Si consideramos podas racionales con turnos de 15 años, los rendimientos oscilan **entre 1000 kg/ha y año** para cubiertas arboladas con un **FCC del 10%** y de unos **3.000 kg/ha.año** para superficies de espesuras con una **FCC del 30%**.

En este apartado vamos a analizar las posibilidades de generación de biomasa en dehesas que tienen como especie principal la encina y donde se quieren realizar podas de desmoche de los pies principales. Los **principales productos** que se generan de estos trabajos son por un lado las leñas **y por otro lado los retazos**. Normalmente estas podas se realizan con el objetivo de incrementar la fructificación de la plantación y se actúa principalmente sobre las **ramas de menos de 10 centímetros de diámetro** y al objeto de aumentar el interés como ramón más que como leña.

Se realiza en dehesas o montes adehesados que tienen **más de 50 años** y donde la circunferencia de los pies es **superior a los 75 cms a 1,30 metros de altura**. En la **primera poda** se suelen concentrar los trabajos en la eliminación de las **ramas que tengan peligro de trocearse por su longitud y/o peso y** en la segunda ya se aprovecha para quitar las **ramas más viejas y las puntas secas**. Estas actuaciones se pueden **repetir cada 6 a 12 años** pudiéndose intercalar **cada aproximadamente 20 años desmoches más severos para rejuvenecer la copa**. Con las actuaciones iniciales se intenta dejar entre 4 a 6 brazos gruesos de estas especies. Como ocurre con otro arbolado a mayor diámetro del árbol menor porcentaje de eliminación de ramas precisará el mismo.

Lo que sirve de leña debe destinarse a este uso que tiene generalmente buena salida en el mercado local o de proximidad. La recogida de los retazos de biomasa se plantea ejecutar con el autocargador que frente a la masa arbolada presenta un menor rendimiento por la distinta productividad de unos materiales tan diversos. **La astilladora** se plantea como la **mejor opción** para aproximarla con un remolque a las zonas accesibles ya para camiones. El trabajar con madera fresca parece implicar una mayor rentabilidad del aprovechamiento.

Los costes de la extracción del monte, transporte y astillado sería:

- Costes de poda por tonelada Entre 17 y 41 € por tonelada verde.
- Coste autocargador Entre 7,21 y 15,60 € por tonelada verde.
- Coste astilladora Entre 24,2 y 30,5 € por tonelada verde.
- Transporte Para unos 25 minutos coste unos 8,5 € por tonelada verde.
- **Total Entre 48,5 y 57,2 € por tonelada verde.**

Para los trabajos de recogida de restos de corta es muy recomendable el disponer de una grúa tipo pulpo que favorece la recogida de ramas. La astilladora debe ser bastante potente por la mayor dureza de estas maderas y la posibilidad de mancharse con piedras y tierra. Aunque se podría destinar parte importante de la madera a leña actualmente este mercado suele estar saturado e interesa más simplificar el sistema por la moderada cantidad de material movilizable por hectárea.

En aprovechamientos normales nos salen aproximadamente un 60 % de leñas y un 40% con retazos. Es muy importante de que los restos se dejen de forma ordenada para facilitar la posterior acción de la astilladora.

12 MODOS Y COSTES DE LA EXPLOTACIÓN DE BIOMASA FORESTAL

12.1 Los sistemas de explotación de la biomasa más empleados.

Existe un **importante margen de mejora** en general en los **aprovechamientos biomásicos y mixtos de biomasa y madera** entre las empresas rematantes en general de nuestra geografía. Las principales mejoras deben venir de la **integración de las operaciones** de aprovechamiento, de la **propia experiencia y de la adecuación de los medios a la naturaleza del monte**.

Los **principales sistemas de aprovechamiento** que se suelen realizar en el monte son los siguientes que paso a describir por encima y que en este capítulo se intentan cuantificar sus costes monetarios teniendo en cuenta la gran diversidad de situaciones que nos podemos encontrar y que obligará a particularizar estas estimaciones para cada caso concreto.

1. Sistema de aprovechamiento de árboles completos y astillados fijo en cargadero (Clareos y Claras de masas no comerciales generalmente de masas de coníferas).

El apeo se podrá realizar con **taladora múltiple** que permite cortar e ir apilando en el brazo varios pies simultáneamente cuando estos son pequeños.

El desembosque se propone que se realice con el **autocargador** de los **árboles completos o partes del árbol**.

El astillado se realiza fijo en cargadero ya sea sobre contenedor o camión o directamente sobre el suelo.

El astillado, cuando la proximidad de la industria o centro de valorización es moderada, se podrá realizar en planta con astilladora fija. Se usa este sistema cuando la distancia es menor de los 20 a 30 kilómetros.

Con este sistema los **costes medios se sitúan entorno a los 33 €** la tonelada que se traduce energéticamente en unos **12,8 €/Mwh**

2. Sistema de aprovechamiento de residuos de corta a hecho y astillado y/o triturado fijo (en cargadero).

Con este sistema es **fundamental la adecuada separación y amontonado de los residuos en el monte** para su posterior recolección (para ello es muy conveniente una buena relación de la empresa de aprovechamientos con la de valorización de la biomasa).

Si el apeo y desramado se hace con la procesadora está deberá dejar convenientemente apilados los restos para su procesado y recogida posterior en líneas recogidas y accesibles para la maquinaria recolectora.

El desembosque se propone que se realice con el **autocargador provisto de una grúa con cabezal tipo pulpo** para mejorar el rendimiento de captura de los materiales y con un remolque con gran capacidad con teleros que aumenten la anchura y altura del mismo y también con la posibilidad de comprimir al máximo la carga.

El astillado se realiza fijo en cargadero ya sea sobre contenedor o camión o directamente sobre el suelo.

El astillado, cuando la proximidad de la industria o centro de valorización es moderada, se podrá realizar en planta con astilladora fija. Se usa este sistema cuando la distancia es menor de los 20 kilómetros.

Con este sistema los costes **medios se sitúan en torno a los 33 € la tonelada** que se traduce energéticamente en **unos 8,4 €/Mwh**

3. Sistema de aprovechamiento de residuos de corta a hecho con astillado móvil.

Se trata de un sistema **poco recomendable por su mayor costo** respecto al anterior y donde también se necesita una importante integración del aprovechamiento maderero con el biomásico por lo que lo ideal es que sea realizado por la misma empresa. Como el anterior sería conveniente un presecado de cara a mejorar la calidad de la astilla y disminuir su peso relativo y ello estará condicionado a que no haya riesgo de plagas e incendios.

Se realizará un astillado móvil por el interior de la masa que podrá llevar consigo un contenedor donde recoger las astillas u otros sistemas para su recolección, es un sistema más caro, que **produce astilla de peor calidad** y que no se lleva a cabo generalmente.

4. Empacado de residuos y astillado en fábrica.

Se trata de un sistema donde se busca sobretodo **ventajas en el transporte** y el poder usar la maquinaria que normalmente se utiliza en los trabajos de extracción maderera. Hay que tener en cuenta que la **empacadora es una máquina muy cara y no muy disponible** en estos lares. Se utiliza este sistema cuando el transporte es un factor importante y es sobre todo para **grandes consumidores de biomasa** como centrales eléctricas o de co-combustión con radios de abastecimiento grandes y donde las industrias no necesitan astillas de gran calidad. También este sistema modera las necesidades de habilitación de cargaderos en el monte. **Los costes medios de extracción con este sistema se sitúa entre los 33 y los 47 Euros por tonelada verde** para una **distancia media de unos 50-60 kilómetros a planta**. Sale un coste de unos **9,5 €/Mwh**.

12.2 Principales factores para la estimación del coste de obtención de la biomasa forestal.

Para el cálculo del coste de obtención de la biomasa forestal hay que tener en cuenta los siguientes costes que encontramos en todos los sistemas de explotación forestal que se nos ocurran, y son:

- **Coste de aprovechamiento.** Este coste incluye tanto el coste del apeo como el de la reunión del arbolado accesible para el sistema de saca del mismo ya con maquinaria de extracción.
- **Coste de adecuación del material.** Son todos los trabajos para la transformación del árbol completo, material bruto, en unos productos semielaborados y que comprende operaciones como el empacado, triturado, astillado, etc. Estos trabajos se pueden llevar a cabo en el monte, o más común **en el cargadero o en el parque industrial.**
- **Coste de saca** que es la movilización del recurso desde el punto de reunión o su ubicación tras el apeo y desrame hasta el cargadero que suele ser el punto más próximo de vial que es accesible para camión de transporte o tráiler que pueda llevar el material hasta la planta industrial de valorización.
- **Coste de transporte** que es el importe económico que cuesta movilizar el material desde el cargadero hasta la planta normalmente ya por un vial asfaltado o con buenas condiciones de tránsito. En algunas ocasiones con distancias cortas a la industria se puede juntar la saca con el transporte pero no es lo más habitual en nuestra región.

12.3 Principales costes horarios de personal y maquinaria que interviene en la movilización de la biomasa.

12.3.1 Costes medios de mano de obra.

Se establecen los costes en principio mínimos por hora de trabajo efectivo del personal que puede intervenir en un tratamiento o aprovechamiento forestal. Normalmente en la empresa privada los trabajadores tienen incentivos y/o exigencias de productividad que incrementan estos costes pero por otro lado garantizan unos buenos rendimientos de trabajo.

Categoría profesional	Euros/hora
Peón especializado motosierra	17,46
Peón auxiliar	14,97
Jefe de cuadrilla	18,14
Maquinista	21,85

Tabla 43 Coste horario de profesionales y trabajadores del sector de la biomasa.

12.3.2 Costes horarios de la maquinaria empleada.

Como en el caso anterior para el control económico de los trabajos se suele trabajar con un porcentaje de los costes de los trabajadores que dependen de la productividad de estos por lo que los costes horarios de la maquinaria se puede elevar algo a cambio de garantizar una rentabilidad mínima a los trabajos. Incluso se subcontrata este tipo de faenas con maquinaria a otras empresas o autónomos para controlar estas partidas.

Coste horario de la maquinaria	Euros/hora
Operario con motosierra	22,2
Cosechadora forestal	90,12
Multitaladora forestal	84,97
Tractor recogedor o agrícola	43,64
Autocargador	82,35
Astilladora para cargadero	148,79
Trituradora para cargadero	99,8
Empacadora	117,9
Astilladora para parque industrial	93,45
Trituradora para parque industrial	119,38
Grúa cargadora	62,61
Astilladora móvil	148,79
Camión rígido (de monte)	73,62
Tráiler	88,48
Camión remolque	76,74
Piso móvil	89,01

Tabla 44 Coste horario de diferente maquinaria del sector de la biomasa.

12.4 Condicionantes de la explotación forestal sostenible con aprovechamiento comercial de biomasa.

El condicionante principal es que los aprovechamientos puedan mecanizarse y que los productos puedan transportarse a los lugares de consumo, que afortunadamente están proliferando en los últimos años y que son una pata fundamental para la viabilidad de estos proyectos.

Dada la heterogeneidad de los factores analizados en distintos estudios, se han agrupado sus resultados de acuerdo con cinco variables de influencia determinante en los costes:

- **Pendiente del terreno.** Es la variable física más relevante en los costes. La diferencia sustancial la marca el umbral de pendiente del 25-30%, por lo que se podrían agrupar los costes respecto a dicho umbral.
- **Tipo de intervención o tratamiento selvícola** que origina la biomasa. Se han diferenciado tres categorías: cortas finales, claras y clareos-resalveos que también condicionan de forma importante los costes.
- **Red viaria del monte que** marcará la distancia de desembosque medio de extracción de la madera a la red viaria principal y la adecuación de la misma para la circulación de maquinaria de transporte.
- **Especie arbórea.** Se han seleccionado los estudios basados en las coníferas y frondosas forestalmente más relevantes de la provincia de Teruel o de otras provincias y que puede tener gran proximidad a la problemática que puedan tener las especies más importantes de la provincia de Teruel.
- **Características de los sistemas de trabajo empleados.** Se ha hecho una diferenciación principal entre el carácter fundamentalmente mecanizado, semi-mecanizado o manual de las distintas fases del aprovechamiento (apeo, reunión y apilado, elaboración, saca) y el sistema de procesado elegido: empacado en origen (con astillado en destino) o astillado en origen.

12.5 Condicionantes mínimos

Dependiendo de las condiciones del terreno, **la cuantía mínima aprovechable deberá oscilar entre las 25 y las 40 toneladas por hectárea**, de manera que cualquier superficie de monte que dispusiera de unas existencias superiores a 75 mc/ha, y sin duda las que dispusieran de más de 100 m³/ha y fueran mecanizables, podrían aprovecharse para proporcionar esas 25 a 40 Tm/ha.

Toda la biomasa que fuera posible obtener y trasladar a los centros de transformación y distribución que tengan un **coste entre los 30 y los 45 €/Tm** (e incluso más dependiendo de la humedad), podría incorporarse al mercado, porque sería competitiva frente a los combustibles fósiles. Evidentemente, la oscilación de precio del barril del petróleo incide en esto de

manera fundamental y existen numerosas variables en juego que deberían considerarse pero donde no se llegará igual se deberían establecer ayudas cuando las mejoras selvícolas y ambientales lo justifique.

Se debe trabajar en **extensiones de entre 5 y 10 hectáreas como mínimo**. Para movilizar unos 400/500 toneladas como mínimo en la operativa.

Las pendientes de los terrenos preferiblemente se deben situar **por debajo del 30% de pendiente para facilitar su mecanización**. También es importante no encontrarse con densidades excesivas de matorral que dificultarían el avance de la maquinaria e impiden ver los pies del arbolado donde cortar.

El monte debe disponer de una **correcta densidad de pistas** que disminuya al máximo las distancias de desembosque y debe permitir el disponer de un espacio suficiente para la localización del cargadero.

Muy importante es que la **distancia de transporte a la central** a suministrar o industria **no sea excesiva** pues ello influye de forma importante en el sistema de trabajo en el monte y en el medio de transporte a emplear. Por ello la importancia de promover el consumo de biomasa en el territorio.

12.6 Sistema general operacional en aprovechamientos biomásicos.

El apeo en masas densas de pinar a aclarar se debe realizar preferiblemente por cosechadoras y multitaladoras de potencia ligera para abaratar costes y con la modalidad de aprovechamiento del árbol entero en árboles de menor diámetro por lo que no hay que tronzar ni podar ramas. Para optimizar el trabajo es conveniente que el cabezal cortador cuente con garras acumuladoras. El apeo y la reunión constituyen el trabajo más costoso y se estima un rendimiento de en torno a las 7 a 9 toneladas por hora. En el trabajo en repoblaciones se procederá a abrir las **primeras claras cuando el arbolado medio alcance diámetros de entre 8 y 12 centímetros**. Se interviene generalmente con **procesadoras cuando los diámetros medios son superiores a los 12 centímetros**. Es ilustrativo los cambios de productividad que se pueden producir en estas formaciones con un pequeño incremento del diámetro medio, por ejemplo con apenas un incremento de dos centímetros podemos encontrarnos con un incremento del rendimiento del 50%.

Para mejorar el rendimiento se puede optar por **abrir las calles más próximas**, con ello podemos disminuir el trabajo entre calles que es más costoso y más sobre el arbolado más alejado, y también facilitar la rentabilidad del apilado de los fustes de forma paralela a las calles de desembosque.

La extracción o desembosque es preferible realizarlo con el autocargador frente al skidder y se hará de árboles completos. Los autocargadores **trabajarán con remolques y capacidades máximas del**

mismo para intentar sacar hasta 45 m³ por desplazamiento. Para ello es necesario contar con **teleros extensibles, alargar cama del remolque, incorporar la posibilidad de garras compresoras o contar con laterales abatibles, etc.** El **brazo de la grúa debe ser máximo y con una pinza** que tenga la mayor capacidad posible y que preferiblemente debería ser tipo "pulpo".

El rendimiento del autocargador es función de la capacidad de carga del mismo y del tiempo de desembosque estimado al vial. Se han estimado rendimientos muy variables que van desde las 3 hasta las 16 toneladas por hora. La proporción en el campo para maximizar el aprovechamiento es de media de unas **3 cosechadoras por cada 2 autocargadores.** Por supuesto las mayores rentabilidades económicas vienen de los trabajos con arboles más gruesos y cuando son mayores las superficies objeto de actuación.

El apilado de los árboles preferiblemente se realizará longitudinalmente a la vía forestal de acceso al sitio y su carga se hará en dirección contraria a las coces del arbolado para facilitar su manejo. **La altura de la pila preferiblemente será semejante a la altura de la cabina** de la astilladora para facilitar su visual. Estos cargaderos se deben situar preferiblemente próximos a las pistas para facilitar el astillado y el paso de camiones cargados. **La astilladora deberá tener una potencia de 300 o más CV** que será suficiente para astillar árboles completos y se debe controlar que tiene la anchura de bandeja de alimentación suficiente.

En función de la distancia al centro de consumo o almacenaje se deberá barajar o no la posibilidad de llevar a cabo el astillado en el monte y el modo de transporte a elegir. Para la elección del medio de transporte se tendrá en cuenta las referencias que en relación a este punto quedan recogidas en el estudio de costes del aprovechamiento biomásico que se desarrolla más extensamente en los siguientes apartados de este capítulo. En general se ha estimado que **para distancias menores a 4 o 5 kilómetros el autocargador sería el más rentable** para hacer el transporte de la biomasa hasta el centro de valorización de la misma. En el caso de que esa **distancia sea inferior a los 20 kms este transporte lo podría hacer directamente el camión de monte o los camiones multilift** si el monte no es accesible para los camiones tipo tráiler. **Los camiones tipo tráiler son necesarios obligatoriamente para rentabilizar el aprovechamiento cuando la distancia es superior a los 22 kilómetros.** En estos casos generalmente será conveniente realizar un **astillado previo en el monte.**

Se estima un **coste medio por aprovechamiento de árbol completo con astillado en cargadero en claras o claros de pinar con un diámetro medio de unos 11 centímetros den algo menos de 40 euros por tonelada verde puesto en fábrica.** Se recomienda, como en otras formaciones, el poder secar en parte la biomasa en el monte para que se puedan incorporar residuos valiosos al campo.

12.7 Desembosque de biomasa.

Estos trabajos se hacen normalmente, cuando las **pendientes son moderadas**, o bien con el **tractor agrícola con remolque o con autocargador**. El **tractor agrícola con remolque** trabaja con pendientes moderadas y tiene una capacidad media de unas **2,7 toneladas verdes por carga**. El **autocargador**, que es una maquinaria más especializada, tiene una mayor capacidad de carga que asciende **a entre 4,5 a 5 toneladas verde por carga y puede trabajar con mayores pendientes** dando máxima seguridad y ergonomía.

Para pendientes mayores o terrenos con problemas de adherencia o escabrosidad se debe emplear ya **el skidder**, el tractor forestal, y la **carga** se suele llevar **semiarrastrada o totalmente arrastrada** por el suelo. Incluso se llega a trabajar en las peores ubicaciones con **arrastres de las maderas desde las mismas pistas forestales**.

A continuación se presenta una **tabla** con las **limitaciones de trabajo** recomendables para el uso del autocargador o del skidder en función de la pendiente, adherencia y escabrosidad del terreno.

Sentido de la marcha	Escabrosidad	Adherencia	Autocargador	Skidder
En cualquier sentido	Cualquiera	Buena	25 %	30 %
		Mala	20 %	25 %
Cuesta abajo	baja	Buena	45 %	60 %
		Mala	40 %	50 %
	alta	Buena	20 %	25 %
		Mala	20 %	25 %

Tabla 45: Máximas pendientes recomendables para la maquinaria de desembosque de biomasa o/y madera en los monte.

El **autocargador medio** tiene una capacidad de entorno a los **22 metros cúbicos** y da una **potencia de unos 182 CV** y son máquinas adaptadas para sacar la madera en corto pero que también pueden sacar biomasa hacia el cargadero o incluso hasta la planta para su astillado. Para trabajar con biomasa se suele **adaptar esta maquinaria** con:

- **Pinzas adaptadas tipo pulpo** para agarrar bien la biomasa.
- **Teleros extensibles para incrementar la carga**

- **Paredes abatibles que posteriormente se comprimen** para apretar la carga.

Los **factores** que más afectan al **rendimiento** de esta maquinaria son principalmente: **la distancia de desembosque, el estado de los residuos, la integración del aprovechamiento biomásico en la explotación forestal, etc.**

Así por ejemplo tenemos que un **autocargador con cordones agrupados y con gran capacidad de compactación** puede tener unos **rendimientos de unos 19 metros cúbicos a la hora frente a los 14,3 metros cúbicos de otro** autocargador que trabaje con restos más dispersos. **También influye el modelo** de autocargador es decisivo pues un Timberjack es capaz de llenar su caja y remolque con 24 cargas y el Dingo necesita unas 58, teniendo además mayor capacidad el primero y eso se debe a las diferencias de operatividad de sus respectivas grúas. Cuando se incrementa la **distancia de carga también cambia la productividad** de la maquinaria y así para distancias entre 7 y 15 metros esta productividad desciende de forma importante aproximadamente una tonelada menos por hora por cada metro de alejamiento.

En el caso de montes **con pendientes muy acusadas se trabajaría con saca por cableo desde pista con el skidder o con el camión/tractor con cabestrante u otras máquinas.** Para ello se harán por el monte pilas de **2 metros cúbicos aproximadamente apoyadas en un pie con dos troncos para facilitar el paso del cable.** El arrastre solo se puede hacer en **sentido ascendente y la distancia de cableo tradicional es de hasta 70 u 80 metros** si bien con eslingas de fibra de carbono, mucho más ligeras que las tradicionales cadenas, se podría incrementar estas distancias y especialmente mejorar los rendimientos de esta operación.

El trabajo con motosierra y skidder difícilmente será rentable para un aprovechamiento biomásico porque sus costes es complicado que bajen de los **50 euros por tonelada de biomasa verde.**

En el caso de **desembosque con caballerías se puede realizar hasta 200 metros cuando es cuesta abajo y en determinadas condiciones** y un máximo de 20 metros cuesta arriba para no afectar excesivamente a los animales y ser relativamente rentable.

12.8 Red viaria e infraestructuras de monte

Generalmente el desembosque se realiza por monte a través o por las trochas temporales que se abren y que nos llevan a la red de pistas del monte. Es **muy importante para planificar los aprovechamientos conocer perfectamente el estado de esta red y** para ello es necesario **clasificar** los distintos tramos de viales del monte dentro de unas características que van a ser muy influyentes en la naturaleza de vehículos que pueden trabajar desde allí.

A continuación se presenta una de las clasificaciones de pistas que se utiliza para caracterizar la red de infraestructuras viarias que dispone un monte y que es muy importante para garantizar la rentabilidad de los aprovechamientos que se pueden realizar en el mismo y la seguridad de los trabajos.

	Capa de rodadura	Vehículo transita	Pendiente media	Pendiente máxima	Ancho del vial	Sistema de drenaje	Espesor del firme
Vía de acceso	si	camión	<10%	<10%	5-7	completo	15-25
Pista forestal principal	si	camión	<10%	<12%	3,5-6	completo	15-25
Pista forestal secundaria	No	camión	<12%	<15%	3-4	Cunetas y caño	10-20
Pista temporal	No	Tractor	<15%	<20%	3-3,5	No hay	No hay
Calle desembosque	no	tractor		<60%	2,5-4	No hay	No hay

Tabla 46: Tabla clasificadora de la naturaleza de los viales que nos encontramos en un monte.

Se recomiendan generalmente alcanzar en un **monte o territorio con montañas de desarrollo suave y ondulado una densidad de unos 36 metros de pista** por cada hectárea. En **zonas montañosas** esta densidad se debería situar en torno a los **26** metros de pista por hectárea e incrementarse hasta **32** metros en el caso de **montes especialmente abruptos**. El porcentaje de distribución de las diferentes categorías de viales

también se recomiendan se repartan de forma distinta según en qué tipo de terrenos estemos y sería:

	Suave/ondulado	Montañoso	Abrupto
Densidad de pistas	36	26	32
Pistas principales	10 %	20 %	20 %
Pistas secundarias	30 %	30 %	40 %
Pistas temporales	60 %	50 %	40 %

Tabla 47: Densidad de tipos de pistas por hectárea recomendables y distribución porcentual dentro de los tres tipos principales de clases de pistas existentes.

En los medios muy abruptos es importante contar con buenas pistas principales que permitan en un momento dado la extracción desde las mismas de la madera de los terrenos en pendiente difícilmente mecanizables.

En terrenos donde se pueda mecanizar el aprovechamiento, por tener pendientes medias inferiores a 35-50%, se podrán **abrir calles** en las formaciones objeto de explotación **cada 15 a 25 metros para la extracción de la madera y la biomasa** por el autocargador. Cuanto mayor sea la pendiente del terreno se deberá incrementar más la distancia y ya **con el skidder esta distancia ya se puede ir a los 20 a 30 metros**. Si se trabaja **con la procesadora** desde la trocha esta distancia de trabajo se encontrará **entre los 15 y los 20 metros**.

12.9 Procesar o no la madera en el monte. Los cargaderos.

Es una cuestión donde el mayor factor a tener en cuenta es la distancia de transporte. Al ser **más barato el procesado en destino**, siempre que la distancia no sea excesiva, será la **mejor solución si hay consumos o procesado cerca del monte objeto de explotación**.

Pero en el caso de **plantas más alejadas interesa** el optimizar los costes de transporte y para ello es necesario trabajar la biomasa en bruto para **convertirla en astilla en el monte**. Este procesado puede ser por trituración o astillado de los restos biomásicos. El primer tratamiento es más económico pero genera una astilla de peor calidad.

La saca con skidder supone un hándicap para la calidad de la astilla pues esta se mancha al verse arrastrada la madera por el suelo.

Para astillar en el monte es necesario **acondicionar convenientemente los cargaderos** que deberán presentar las siguientes características:

- **Buena capacidad portante**, pues las astilladoras tienen más de 30 toneladas y un camión con piso móvil hasta 40 toneladas.
- **Accesibles** por dimensiones de calles **para los camiones** que van a cargar y con espacios suficientes para maniobrar por camiones **con tracción normal**.
- Se deben **evitar cargaderos con salida en pendiente** y con terrenos que pueden **dar problemas** cuando están **mojados**, incluso se podría plantear el poder remolcarlos para que ascendieran.
- Debe haber **espacio suficiente para una pila y que permita el trabajo simultáneo de una astilladora y de uno o dos camiones** para lo que debe tener como una forma de cono.
- Se ha estimado que son necesarios como unos **3 m² de terreno por cada tonelada de materia verde a apilar**. En el caso de la astilla cambia radicalmente la situación pues para **una tonelada de astilla se necesita 0,36 metros** cuadrados de terreno.
- Necesario una **longitud de cargadero suficiente que para una astilladora fija sobre camión será como mínimo de entre 10 y 12 metros y que ascenderá a unos 18 metros** en el caso de que se cuente también con un **semirremolque o tráiler con piso móvil o camión con remolque de contenedores**.
- Se debe tener especial cuidado con las pilas a situar cerca de pistas o carreteras que **no se corran riesgos por la proximidad de líneas eléctricas** al espacio de trabajo de la grúa
- Es clave si es **posible la alimentación de la astilladora de forma lateral**. En todo caso hay que estudiar en profundidad todo el sistema para encajarlo perfectamente en el terreno.
- Podría ser interesante la **carga de la astilladora desde la pista** para ahorrar espacio pero ello debe compatibilizarse con el uso que se tenga de la misma y que no se interrumpa gravemente otros usos.

12.10 Rendimiento y productividad de las astilladoras.

Las astilladoras son máquinas que reducen la madera a astillas por un mecanismo de corte con cuchillas. Éstas se montan sobre elementos rotatorios que giran a velocidades altas ya sea montadas en disco o en tambor. Encontramos entonces o bien astilladoras de disco o de tambor.

Las **astilladoras de disco** tienen unos **buenos rendimientos pero producen una astilla de peor calidad** por que sale con una mayor longitud y una peor dimensional en relación con el grosor. Requiere unas necesidades de potencia menores y se utiliza mucho para la trituración de los restos forestales in situ.

Las astilladoras de tambor son las más empleadas para la valorización de los restos forestales y en este caso el corte lo realizan unas cuchillas que van insertas en un cilindro rotatorio. Estas astilladoras presentan unos **mayores requerimientos de potencia de más de 300 Cv.** Genera una **astilla más homogénea** y con una menor relación entre longitud y anchura. Se trata de máquinas semifijas que son en muchas ocasiones remolcadas por el camión. Para una mayor rentabilidad de esta maquinaria es **muy importante la longitud y anchura de la mesa alimentadora y también crucial el rodillo de alimentación que debe ser reversible** para limitar los atascos.

Para conseguir la mayor **calidad** de la astilla se debe trabajar con **astillado fijo** donde la biomasa es recolectada y amontonada en cargaderos junto a la pista y se mueve poco, pues si se trabaja con astilladora móvil la biomasa entra en contacto con el suelo, de donde se coge, e incluso puede verse pisada y ensuciarse. **La astilladora debe ser grande y con rodillos para incrementar su productividad.**

Las astilladoras de mayor productividad pueden moverse mal por terrenos con poca capacidad portante y sobretodo en época de lluvia si las pistas no están convenientemente acondicionadas.

Maquinaria	Sistema integrado*		Sistema no integrado	
Astilladora fija en cargadero	12,6	44,2	6,1	27,1
Astilladora móvil sobre cordones	8,3	29,1	2,3	10,2
Astilladora móvil material disperso	4,0	14,0	2,3	10,2

Tabla 48. Diferencias de Rendimiento de producción de astilla en función de la maquinaria, de la situación de los restos y del sistema de explotación. * Incorpora la madera con destino trituración de entre 7-14 cms de diámetro.

Como se observa en **los rendimientos del sistema integrado (se incorpora la madera con destino a la trituración)**, con respecto al que no lo es, se incrementa de forma importante con respecto al no integrado. Hay un **importante descenso de los rendimientos al pasar de material amontonado en cargadero, frente al acordonado** y mucho más con respecto al disperso.

Las mayores diferencias en relación a **rendimientos** por tiempo en distintas experiencias apunta a que el **factor clave está en la "alimentación"** que viene a ser el número de viajes de grúa necesarias para el llenado de la astilladora. Ya que la grúa se debe desplazar a por la carga, alimentar y empujar el material hacia la bandeja de alimentación, etc.

El **astillado móvil** supone una modalidad de trabajo que se realiza perpendicularmente para incrementar el rendimiento y que tiene un **rendimiento medio entorno a las 8,3 toneladas** por hora frente a las 12,6 toneladas por hora de rendimiento que se tiene con el astillado en el cargadero. Los factores limitantes en el astillado móvil son principalmente la capacidad de la grúa y el apilado de la biomasa en los cordones.

12.11 Elección medio de transporte

Para poder trabajar con camiones es necesario tener en cuenta en los viales lo siguiente: el firme, la anchura, la pendiente media y por tramos, los radios de giro de las curvas, la resistencia de puentes, el gálibo libre, etc. Es muy importante antes de plantear cualquier aprovechamiento **estudiar y analizar las condiciones de acceso a distintos medios de transporte a las áreas con ese objeto**. También se debe tener muy en cuenta la necesidad de **coordinar el uso de los viales con otros usuarios** y ver especialmente de no interrumpir cruces importantes de la red viaria y no dañar las infraestructuras viarias.

Con la astilladora hay varias formas de trabajo y una de ellas es el **trabajo conjunto con camiones para descargar directamente** en ellos. Para este tipo de trabajo es necesario la participación de varios camiones para evitar tiempos muertos de la astilladora que tiene un alto precio horario. Pero también se puede recurrir al **astillado directamente en el suelo y su recogida por pala cargadora** lo que supone que la **astilladora podrá trabajar más a su ritmo** con un mayor rendimiento y sin esperas. Como negativo está que la **astilla coge impurezas y se incrementan los costes** por la necesidad de **participación de una cargadora** y otros aperos para concentrar el material. Finalmente también se puede **trabajar con contenedores y camiones multilift** donde se puede intentar optimizar el trabajo de la astilladora limitando los tiempos muertos de la misma.

El astillado en el terreno se realiza para optimizar el transporte en el caso de que se deban hacer distancias largas hasta el punto de valorización y se suele realizar con camiones semirremolque o trailers de piso móvil de alta capacidad (85-90 m³). Ojo el transporte de la astilla sin cubrir por el riesgo de que se cargue de humedad pues se podría sobrepasar el límite de carga de los camiones para circular por carreteras que es relativamente bajo.

Teniendo en cuenta el acceso a los montes se observa que en los que éste es complicado **el autocargador es una buena opción cuando el transporte no excede de los 4 a 5 kilómetros y ya desde los 4 a los 15 kilómetros se debe combinar el autocargador con el camión rígido de monte** para el transporte.

En los **montes con mejor acceso se podría transportar la biomasa en verde con el camión con semirremolque hasta una distancia de unos 20 kilómetros** entre el punto de reunión y la fábrica. Para distancias

superiores lo más conveniente es el astillado de la biomasa en el cargadero y su transporte con camión con semirremolque pero ya de astillas.

Sistema de transporte	Rendimientos
1/ Transporte de la biomasa bruta al centro de consumo con el mismo autocargador.	33 m ³ / 4,2 ton biomasa verde en pino y 5 ton en frondosas
2/ Transporte de la biomasa con caja rígida de camión cerrada y equipada con grúa con buenas condiciones de acceso al monte.	50 m ³ / 6,5 ton biomasa verde en pino y 7,5 ton en frondosas
3/ Transporte de biomasa bruta con camión semi-remolque cerrado (tipo tráiler) cuando los viales de monte son muy buenos.	70 m ³ / 9,1 ton biomasa verde en pino y 10,5 ton en frondosas
4/ Astillado fijo en cargadero y transporte con camión de caja rígido cerrado o camión tipo multifit para montes con malos viales	50 m ³ / 13,7 ton de astilla en pino y hasta 20 ton en frondosas
5/ Astillado fijo en cargadero y transporte con camión de paso móvil	88 m ³ / 24,0 ton de astilla en pino y hasta 35,2 ton frondosas. 70 m ³ y 28 toneladas

Tabla 49 Rendimientos medios de distintos medios de transporte para la biomasa verde y la astilla para distintas situaciones de trabajo con este recurso.

Es muy importante a la hora de elegir el transporte conocer la calidad de la astilla y/o producto que nos van a demandar pues se puede ver afectado seriamente el mismo si no se lleva correctamente bien el acordonado de los residuos o si estos se ven pisoteados.

12.12 Recomendaciones para considerar los potenciales impactos medioambientales en estos aprovechamientos.

Los **potenciales impactos negativos** de mayor entidad que se pueden producir por el aprovechamiento de la biomasa vienen por: la **erosión del suelo** por la acción de la maquinaria y el descenso de la cubierta vegetal, la **pérdida de la fertilidad** del suelo a medio y largo plazo por la extracción fuera del sistema a material susceptible de transformarse en abono, por la **mayor compactación del suelo** que supone también una pérdida de valor y productividad del mismo, etc.

Analizado todo ello se proponen a continuación una serie de **recomendaciones para mejorar** estos aspectos medioambientales con la explotación de la biomasa y que son:

- **No aprovechar los ramillos y hojas de menor tamaño** que son especialmente fértiles, permiten controlar la erosión, etc. Es necesario para ello **dejar secar** un tiempo las grandes ramas o árboles apeados para que se acaben de caer estas hojas y ramillos. Con estos materiales biológicos en el suelo también se protege al suelo de la erosión.
- Se deben **evitar a toda costa las pendientes fuertes por encima del 35-50% por la erosión** si bien estos márgenes dependen en gran medida de la naturaleza del terreno.
- En actuaciones que se ejecuten **sobre terrenos pobres** sería necesario y recomendable **dejar un porcentaje mayor de restos orgánicos** para que se puedan incorporar a los suelos.
- Puede ser recomendable en **terrenos desprotegidos el mantener en lo posible a la vegetación arbustiva y acompañante** para reducir la erosión y favorecer la protección de la fauna del suelo y menor del entorno.

Con respecto a la pérdida de fertilidad nos podemos encontrar con **suelos muy sensibles** a estas extracciones de materia orgánica que serían los **suelos arenosos, limoso-arenosos y los suelos grises o amarillentos** que generalmente acogen a vegetación acidófila y donde se recomienda esperar al secado in situ de los restos para recogerlos. Incluso en estos casos se puede proponer la **necesidad de fertilizar posteriormente el terreno**. Luego hay unos **suelos** considerados **intermedios** o medio sensibles que son de color **amarillento o pardo claro** con vegetación acidófila y donde se podrían realizar **extracciones cada 30 años o incluso menos**, si se fertiliza o se seca in situ la biomasa. Finalmente los **suelos poco sensibles** son los **neutros o básicos, son suelos francos, limosos o arcillosos de color pardo, rojizo o más oscuro**. En estos se podría recomendar **frecuencias de explotación de entre 15 a 20 años sin** necesidad de **fertilización** si las condiciones de crecimiento de la vegetación y de protección del suelo son favorables.

De cara a reducir expresamente la posibilidad de que la extracción de la biomasa vaya **a favor de la erosión** se recomienda seguir las siguientes indicaciones:

- **Planificar adecuadamente los viales** en pendientes y movimientos de terreno a realizar para que con su apertura se minimicen los daños.
- **Limpiar los restos** que quedan abandonados y depositarlos en el talud del terraplén o cuneta para proteger la misma de la erosión
- **Controlar**, con **limitaciones de acceso**, especialmente con tiempo húmedo el peso de los camiones y vehículos que transiten por la pista para **evitar** la posibilidad de **que se generen rodadas** que en ningún caso deben sobrepasar los **15 centímetros** de espesor. También se debe vigilar que éstas no se alarguen de forma continua más de 50 metros. Esta distancia máxima será menor si la pendiente de la pista es fuerte.

- Se deben **dotar de badenes o tajeas** para el drenaje superficial a los distintos tramos de pista. **Estos cortes** deberían aparecer cada 40 a 75 metros de media pero la **distancia será menor si es mayor pendiente de la pista** o mayor área de corte de cuenca realice la pista sin existencia de drenaje.
- Es muy importante **reparar con celeridad**, para evitar daños menores, cualquier **daño que afecte a la pista** o a las infraestructuras de drenaje o cruce de pista.
- Las **trochas o arrastraderos de madera no deberían tener más de 500 metros seguidos** de longitud en la misma dirección y preferiblemente se debería **respetar el 25% como la pendiente máxima** de diseño en estos viales. Estos deberán tener cortes de agua **cada entre 10 a 50 metros** y eliminar los caballones en la zona de terraplen que recogen las aguas dentro de la pista.
- También será importante **limitar el corte de barrancos** que se realizará preferiblemente en dirección perpendicular al mismo.

Otras medidas para reducir el posible impacto de otros riesgos

- Se deben **evitar los daños de la masa adyacente a los cargaderos y a los rodales** próximos con los trabajos de explotación forestal de madera y biomasa.
- **No se deben tener madera o arbolado cortado con restos gruesos en época de actividad fuerte de los insectos** responsables de provocar plagas en nuestras principales especies forestales. En general esto ya viene impuesto en la propia autorización del aprovechamiento por el responsable de plagas del servicio provincial que prohíbe la corta en época de mayor peligro. La **época de mayor riesgo suele corresponder con la primavera y la primera parte del verano** y si conviene, sucede en la alta montaña, se debe exigir el facilitar estos aprovechamiento en esta época a cambio de un compromiso muy firme por el responsable de la corta, con avales, de que la va a ejecutar en tiempo el aprovechamiento integral extrayendo todo los restos trabajados en menos de un mes antes de seguir cortando.
- Se debe estar muy atento a la necesidad de tomar **medidas preventivas frente a los incendios forestales mientras se trabaja en el monte** y también con respecto a como se deja el mismo.

A favor por su impacto positivo tenemos que la extracción de biomasa, en buena medida coníferas pero también frondosas pero en tratamientos de mejora, supone un apoyo a la evolución correcta de estas formaciones forestales al abrir espacios para otras especies en repoblaciones monoespecíficas.

Otros importantes impactos positivos, que permiten cambiar radicalmente el balance por un lado, es que la extracción favorece la regeneración de las formaciones arbóreas estancadas, mejora la situación frente a incendios forestales si es correctamente planificada y favorece el tránsito por el bosque al recuperar trochas, caminos y pistas.

12.13 Trabajos y costes para la realización de aprovechamientos de biomasa en formaciones densas del género *Quercus*.

La forma de **apeo ideal** para este tipo de aprovechamiento, en formaciones densas y mecanizables, es realizarlo con la ayuda de **motosierras montadas con armazón de aluminio en el cabezal de una multitaladora** para pies con **diámetros de entre 8 y 12 centímetros**. En el caso de que el **diámetro medio** del arbolado a aprovechar sea **mayor** de este intervalo se podrá recurrir al uso de **cosechadoras**. A mayor diámetro medio del aprovechamiento se incrementa de forma importante el rendimiento de la maquinaria. Así, a modo de ejemplo, para diámetros medios de los pies de 6, 10 y 15 centímetros tenemos respectivamente unos rendimientos de 2, 3,5 y 10 toneladas por hora de esta máquina de alto coste horario.

Posteriormente se lleva a cabo la **saca** que preferiblemente se debería poder hacer **con autocargador o tractor forestal** y donde la distancia de desembosque y la capacidad productiva de la maquina va a ser decisiva para su rentabilidad. Para operar con **mayor rentabilidad los remolques deben tener alta capacidad y las grúas cierto alcance**.

Para el apilado de los árboles enteros se precisa de entre 2,5 y 6,0 metros cuadrados por tonelada apilada siendo esta necesidad muy dependiente de la altura del arbolado que se aprovecha. Luego también hay que tener en cuenta la relación entre volumen de astilla/volumen de pila de árboles que se suele situar entre los valores de 0,21 y 0,28.

Para estos aprovechamientos, siempre que no se transporte la biomasa empaquetada, es necesario disponer de **grandes cargaderos donde poder ubicar los árboles completos desde el autocargador pero también se debe dejar espacio para el almacén de los contenedores, el movimiento de palas y la carga del camión, etc.** Por ejemplo la longitud para el apilado necesariamente será mayor que la altura máxima del arbolado, se debe dejar espacio para la astilladora y el medio de transporte y las pilas deben estar al alcance de la grúa de la astilladora.

El astillado se podrá hacer en cargadero con una **astilladora de cuchillas** sobre tambor de potencias elevadas y tiene un rendimiento medio de entre unas 12 a 16 toneladas verdes por hora efectiva de trabajo.

Los trabajos se deben realizar preferiblemente durante el invierno y se debe tener mucho cuidado con no descapitalizar excesivamente los suelos en el caso de terrenos ácidos o pobres donde es muy conveniente el dejar algunos restos para fertilizar el terreno.

Cuando la **distancia de transporte es inferior los 50 kilómetros** se trabaja **con cosechadora multitaladora se tiene un coste medio de unos 38,1 Euros por tonelada verde puesto en fábrica** pero con resultados muy variables en función de las condiciones especiales de cada terreno en una **horquilla que va de los 30 a los 60 Euros por tonelada verde**.

12.14 Estimación de costes de procesado de biomasa en pinares realizados por la Cátedra de aprovechamientos de la Universidad Politécnica de Madrid.

A continuación, se presenta un resumen de los resultados de los estudios realizados por la Cátedra de aprovechamientos de la UPM en relación a distintos aprovechamientos de biomasa de distintas actuaciones selvícolas como son las claras y las cortas de regeneración.

En la primera tabla que se presenta se consideran los **costes monetarios para la distinta maquinaria empleada en el manejo de biomasa residual en unas cortas de regeneración de pinares** en Castilla y León. Se han puesto en estudio tres posibilidades de tratamiento de biomasa que son: astillado fijo en cargadero, astillado móvil en cordones y astillado móvil con restos dispersos. Como se puede observar **los costes por astillado móvil de restos dispersos es con diferencia el más oneroso**. Se observa ya aquí la importancia de que se integren los trabajos de extracción maderera con la movilización de la biomasa.

Tipo de Astillado	Procesadora	Autocargador	Astilladora	Transporte	Total
Fijo en cargadero	5,3	4,9	16,7	6,0	41,8
Móvil en cordones	5,3	0,0	22,5	6,0	42,9
Móvil dispersos	0,0	0,0	40,6	6,0	59,2

Tabla 50 Costes de maquinaria para aprovechamiento de restos de aprovechamientos forestales de cortas de regeneración.

En la siguiente tabla se estima el **coste medio por metro cúbico de biomasa verde** puesta en cargadero para su posterior astillado o transporte a planta de los restos de madera de un aprovechamiento por **cortas de regeneración del pino rodeno (*Pinus pinaster*)**.

Operación	Rendimiento (m ³ /hora)	Coste por metro cúbico
Apeo con procesadora	37,1 m ³ /hora	0,34 €/m ³
Desramado, tronzado y apilado de la madera y biomasa con procesadora	28,0 m ³ /hora	2,63 €/m ³
Desembosque autocargador	13,2 m ³ /hora	4,09 €/m ³
Coste directo medio total		7,06 €/m³

Tabla 51. Costes cortas de regeneración con procesadora y desembosque del *Pinus pinaster*

Se presenta en la siguiente tabla los resultados de un **estudio realizado sobre distintas opciones o sistemas de aprovechamiento de biomasa**, con o sin madera de trituración, realizado **sobre** formaciones densas de **pinar**. Para todos los casos se ha establecido una **distancia entre la explotación y la zona de procesado de unos 40 kilómetros y con unos precios en destino de 34 Euros por tonelada para la madera de industria y de 42 Euros por tonelada de astilla**. Se han considerado varias posibilidades de tratamiento de la astilla y la posibilidad o no de movilizar conjuntamente la madera y la biomasa en la explotación o simplificarla a la gestión únicamente de una de ellas. Los resultados son de gran interés para poner en valor el trabajo integral en los montes con ambos recursos y el trabajo con el astillado fijo.

	DISTINTOS SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN ANALIZADOS						
	Madera	Astillado Móvil		Astillado Móvil	Astillado fijo		Astillado fijo
	Madera	Madera	Biomasa	Biomasa	Madera	Biomasa	Biomasa
Procesadora	0,0	0,0	5,3	5,3	0,0	5,3	5,3
Autocargador	4,9	4,9	0,0	0,0	4,9	7,2	4,7
Astillado monte	0,0	0,0	22,5	22,5	0,0	16,5	11,7
Transporte	7,0	7,0	6,5	6,5	7,0	6,5	6,5
Producción	1,0	1,0	2,2	2,2	1,0	2,2	3,2
Costes relativos	11,9	-11,9	-75,3	-109,5	11,9	78,1	90,2
Balance	18,7	14,1		-6,6	10,4		19,9
Balance relativo €/ha	543,1	931,5		-393,6	694,6		1.300,6

Tabla 52. Estimación de costes, ingresos y balance de distintos sistemas de explotación de masas de coníferas densas con distintos aprovechamientos.

Como se observa en el cuadro **el aprovechamiento más ventajoso por tonelada producida es el que destina la totalidad de la madera a astilla con astilladora fija** y donde por cada tonelada de madera de industria se producen 2,2 toneladas de biomasa.

El **segundo** tipo de tratamiento por rentabilidad sería el **mixto de madera y biomasa, ya sea con astillado móvil o fijo**, y además al realizar el

aprovechamiento de la biomasa nos ahorramos la necesidad de realizar un tratamiento en el terreno para facilitar su incorporación al suelo que podría consistir en su trituración in situ.

12.15 Calidad de la biomasa

El factor que tiene una mayor incidencia en la calidad de la biomasa es la humedad que contenga que puede suponer importantes penalizaciones en el valor final de la biomasa. **Para alcanzar una mayor calidad de la astilla se debe optar por el astillado frente al triturado** y especialmente frente al pretriturado. Para conseguir material de primera calidad la granulometría debe ser inferior a los 30 mm en el 95% de las astillas. En el otro extremo para la calidad cuarta la exigencia es que la astilla debe tener una longitud menor de 100 mm también para un 95% de las astillas. **Las exigencias máximas de calidad provienen generalmente de los consumidores pequeños, calderas domésticas.**

De cara a **garantizar la calidad** de la astilla se deben considerar las siguientes precauciones a seguir en la generación y extracción de la astilla:

- **No arrastrar tierras ni piedras** (difícilmente se podrá generar astilla de calidad si se trabaja arrastrando la madera con el skidder por suelo).
- Puede ser interesante el dejar **secar las ramas y troncos en el terreno** para conseguir aumentar el poder calorífico siempre que no se ponga en peligro el monte por tema incendios forestales o plagas.
- Es crucial **estudiar con detenimiento el desplazamiento de la astilladora** al monte para la gestión de las pilas, el secado, el apeo/desembosque, etc.

12.16 Experiencias de estudio de costes de procesado de biomasa en el norte de España y países del entorno.

A continuación se presentan una serie de resultados de estudios de los costes de aprovechamientos biomásicos en terrenos forestales en el norte de España. Para darle utilidad a los datos estos se han **transformado a valores en términos de euros constantes de 2009 (aplicando el IPC general, INE)**. En segundo lugar, dado que el grado de humedad de la biomasa es una variable clave en los cálculos de costes, ya que determina los pesos utilizados en las estimaciones, y puesto que los diversos trabajos no se refieren a la materia con un mismo grado de humedad, ha sido necesario aplicar coeficientes correctores para transformar los **valores en términos homogéneos de €/tonelada al 25-35 % de humedad**.

En los distintos tratamientos analizados para la elección del sistema de trabajo se han tenido en cuenta principalmente los siguientes condicionantes:

- Las particularidades del terreno (**pendiente, rugosidad, tamaño de las parcelas, etc.**).

- La **densidad y estado de la red viaria**.
- Las **labores selvícolas** de origen, las especies y el estado del monte.
- La **distancia al centro de destino**.
- Las **exigencias de calidad** según el uso energético de la biomasa.

Es muy importante tener muy en cuenta una **adecuada elección y organización de la maquinaria empleada en las operaciones** considerando aspectos como: **tamaño y características** de las **máquinas** adecuadas al tipo de operación y terreno forestal, **tiempos de trabajo para reducir los costes fijos** y alcanzar niveles rentables de costes medios, progresiva **profesionalización y concentración de los operadores** en cada fase de trabajo, etc. También es muy importante **poner atención en el sistema de procesado de la biomasa y del método de transporte** vinculado (empacado y transporte a distancias medias-largas, o transporte en bruto hasta la terminal logística o planta donde sería astillada o triturada), y finalmente también se debe tener muy **en cuenta el modelo de organización logística** (según la dificultad de acceso al monte, tipo de aprovechamiento y distancia a recorrer).

	Pendientes menores del 25%	Pendientes mayores del 25%
CORTAS FINALES		
Media	36,31	52,05
Límite inferior IC para la media al 95%	29	41,45
Límite superior IC para la media al 95%	43,59	62,64
Mínimo	18,14	22,98
Máximo	63,55	96,09
CLARAS		
Media	35,64	61,52
Límite inferior IC para la media al 95%	24,39	39,49
Límite superior IC para la media al 95%	46,89	83,55
Mínimo	23,06	41,28
Máximo	65,82	103,43
PODAS, CLAREOS Y RESALVEOS		
Media	56,95	85,66
Límite inferior IC para la media al 95%	41,84	64,67
Límite superior IC para la media al 95%	72,06	106,65
Mínimo	22,14	31,56
Máximo	115,57	136,79

Tabla 53 : Principales magnitudes de los costes totales obtenidos (€/ton verde a 35% de humedad a euros del 2020) de obtención la Biomasa forestal en el norte de España para dos tipos de pendiente y para distintos tipos de tratamientos selvícola.

Especie	Cortas finales						Claras			Podas/Clareos/ Resalveos			
	No proc	Ast. Fijo	Ast. Móvil	Emp. Fijo	Emp. Móvil	Media	Ast. Fijo	Emp. Fijo	Media	Ast. Fijo	Emp. Fijo	Media	
Pendiente <25%	Eucal.	--	--	--	22	--	22	--	--	--	--	--	--
	Pinos	19	--	--	32	44	33	44 (32-33)	32 (23-27)	37	--	77 (53-61)	77
	Chopo	--	--	--	22	21	22	--	--	--	--	28	28
	Cast.	--	--	--	24	--	24	--	--	--	--	--	--
	Quer.	--	--	--	--	--	--	--	30	30	48	43 (22-39)	44
	Varias	--	49	54	52	--	51	--	--	--	67	--	67
	Haya	--	--	--	--	--	--	--	29	29	--	73	73
Pendiente >25%	Eucal.	--	--	--	34	--	34	--	--	--	--	--	--
	Pinos	27	--	--	43 (39-42)	53	42	103	55 (41-49)	65	--	101 (81-84)	101
	Chopo	--	--	--	38	--	38	--	--	--	--	46	46
	Cast.	--	--	--	47	--	47	--	--	--	--	--	--
	Quer.	--	--	--	--	--	--	--	57	57	--	68	68
	Varias	--	77	96	63	--	78	--	--	--	102	--	102
	Haya	--	--	--	--	--	--	--	50	50	--	103	103
	n=4	n=6	n=3	n=18	n=6	n=37	n=4	n=12	n=16	n=8	n=18	n=26	

Tabla 54: Costes de la biomasa forestal residual en Euros por tonelada en el norte de España en función de tres variables que son: intervalo de pendiente, sistema de trabajo y especie principal objeto del tratamiento.

En las cortas finales con aprovechamiento simultáneo de la biomasa residual destaca la **versatilidad del empacado** que, aunque según Tolosana et al., (2009) puede **suponer un coste de entre 15 y 20 €/t verde**, permite **aprovechar gran parte de la maquinaria forestal utilizada** para las cortas. Para aumentar su rentabilidad es muy importante que la **valorización energética** se lleve a cabo lo más **próxima** posible al lugar de producción.

En el norte de España los métodos de producción de **menor coste** medio en terrenos de poca pendiente son el **empacado de restos de cortas de eucaliptos y chopo (en torno a 22 €/t)**. Este coste medio **se eleva a unos 34-38€/t en pendientes mayores del 25 %**. Asimismo, no se puede concluir que el astillado sea en general un sistema de menor coste que el empacado en el caso de los aprovechamientos a partir de cortas finales: aunque el **astillado presenta una ligera ventaja en las menores pendientes**.

Respecto a las **claras** (para las que sólo se dispone de estudios sobre astillado fijo y empacado fijo), la mayor parte de los casos recopilados se refieren a masas **de pino** de distintas especies. El método de producción **más competitivo para terrenos de poca pendiente** es el **empacado fijo (para el pino, 32 €/t frente a 44 €/t del astillado)**. **Estos costes se elevan a 55 €/t de media en pendientes mayores del 25%**.

Los **costes medios** de obtención y puesta en fábrica de **biomasa forestal verde a partir de los restos de cortas finales** se sitúan en un rango medio de entre **34-39 €/tonelada**. Con respecto al recurso procedente de **aprovechamientos de árbol completo** (claras, clareos, resalveos) los costes se sitúan entre los **54-58 €/tonelada**.

A continuación se presentan más resultados de costes de explotación en distintas situaciones de la biomasa verde y para distintas formas de trabajo también para el norte de España. **Se observa el gran diferencial de costes en función de la forma de trabajo**. Se trata de ecosistemas especialmente productivos por la climatología y cierta bondad de las pendientes. **Hay tratamientos donde la inclusión de podas y la menor movilización de residuos complica mucho la rentabilidad de los aprovechamientos** El resto de actuaciones se ve que son perfectamente competitivas.

	Localización					
	Galicia		País Vasco		Cataluña	
Superficie media de la explotación (ha)	1		2		15	
Márgenes de ciclo productivo (años)	15	60	15	70	15	70
Márgenes de posibilidad (m ³ /ha/año)	7	23	5	22	4	20
Costes	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Coste generación (€/t)	12	26	15	27	15	25
Coste generación sin retribución por BFP ni gastos de gestión	9,23	20,00	11,54	20,77	11,54	19,23
BFP Clareo+poda saca semimecanizada	74	85			75	95
BFP Clareo+poda saca mecanizada	48	55	60	70		
BFP Clara, saca semimecanizada	54	72				
BFP Cortas finales saca mecanizada	41	46	42	62		

Tabla 55: Costes diferentes experiencias de aprovechamiento biomásico del norte de España.

	Localización					
	Norte y Centro de Portugal		Aquitania			
Superficie media de la explotación (ha)	1		5			
Márgenes de ciclo productivo (años)	15	45	20	80		
Márgenes de posibilidad (m ³ /ha/año)	9	23	4	20		
Costes	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo		
Coste generación (€/t)	15	22	18	30		
Coste generación sin retribución por BFP ni gastos de gestión	11,54	16,92	13,85	23,08		
BFP Clareo+poda saca semimecanizada			50	55		
BFP Clareo+poda saca mecanizada						
BFP Clara, saca semimecanizada						
BFP Cortas finales saca mecanizada	29	54	55	70		
	España		Francia		Portugal	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Coste total en planta BFP (astilla), incluyendo costes de generación	53	120	69	100	39	75
Coste total en planta BFP (astilla), sin costes de generación	41	95	50	70	29	54

Tabla 56: Costes de explotación de diferentes experiencias de aprovechamiento de biomasa en España, Francia y Portugal.

En la tabla inferior se presentan resultados de **costes de la biomasa con distantes especies en tratamientos que han utilizado la empacadora Fiberpack 1490 D** en los mismos en el norte de España. Se observa que se trata de una opción **plenamente rentable en estos medios con elevada densidad de biomasa movilizable** tras los aprovechamientos madereros. No se ha tenido en cuenta el pago al propietario pero se observa que podría ser factible en estas condiciones el pagar por este recurso. Estas condiciones tan favorables se darían en algunos de los pinares turolenses pero las formaciones medias se alejan de esta situación de alta densidad y relativa accesibilidad de las masas.

Eucalipto

Tratamiento	Proceso	Maquinaria	Rendimiento (t/h)	Coste (€/t)	Coste total (€/t)
Corta final: restos esparcidos/ amontonados	Empacado	Fiberpack 1490-D	4,25-5,95	11,4-19,1	21,5
	Saca			4,5-7	-36,1
	Transporte			6,0-10,0	

Pino

Tratamiento	Proceso	Maquinaria	Rendimiento (t/h)	Coste (€/t)	Coste total (€/t)
Corta final: restos amontonados	Empacado	Fiberpack 1490-D	6,38	12,2-23,6	23,2
	Saca			4,5-7	-40,6
	Transporte			6,0-10,0	

Chopo

Tratamiento	Proceso	Maquinaria	Rendimiento (t/h)	Coste (€/t)	Coste total (€/t)
Corta final: restos amontonados	Empacado	Fiberpack 1490-D		12,2-23,6	21,7
	Saca	Transporte		9,0-12	-35,6

Tabla 57 : Plan de pruebas y estimación de costes para tratamientos de biomasa en donde se ha recurrido a la empacadora forestal Fiberpack 1490. Se llevaron a cabo las experiencias con distintas especies: eucalipto, pino y chopo en diferentes escenarios en el norte de España.

12.17 Resultados estudio de costes de aprovechamiento biomásico en Castilla y León.

A continuación se presentan, en una serie de tablas, los **resultados de varias experiencias reales llevadas a cabo en diferentes situaciones en Castilla y León, entre los meses de octubre de 2006 y mayo de 2007, en aprovechamientos de *Q. pyrenaica* (rebollo), *Pinus sylvestris*, *pinus pinaster* y *Populus sp.*** También se incluyen referencias a otras experiencias forestales realizadas en otros lugares que se consideran válidas para este territorio. Los costes incluyen gastos generales empresariales y beneficio industrial, pero **en ningún caso la retribución a la propiedad por los restos del aprovechamiento** pues en general se consideran mejoras de las masas arboladas. Son de gran interés pues las especies y tipos de montes que se han estudiado en estos terrenos tienen muchas semejanzas con lo que nos podemos encontrar en los montes de la provincia de Teruel.

Tratamiento	Proceso y Maquinaria	Rendimiento (t/h)	Coste (€/t)	Coste total (€/t)
Resalveo: Apeo con cosechadora con cabezal adaptado mediante "uña" adicional al trabajo como "multitalador". Astillado en cargadero con astilladora sobre camión	Apeo. Procesadora multiárbol Saca. Autocargador Astillado o triturado fijo. Astilladora o trituradora sobre camión Transporte a central. Camión			54,00

Tabla 58: Costes orientativos de experiencias reales de aprovechamiento de biomasa en formaciones de *Quercus pyrenaica* con una extracción entorno a las 50 toneladas por hectárea.

Especie	Tratamiento/ Proceso	Fuente	Costes (€/t)		Observaciones
			Mínimo	Máximo	
Pinos/ coníferas	Cortas a hecho	CIS – Madera	27,01	27,41	
	Empacado	ANFTA	15,00	42,30	
	de restos	FERÁLAVA	26,11	31,51	
	Cortas a hecho	CIS – Madera	25,91	35,66	
	Astillado de	CESEFOR –	11,53	26,65	
	restos	ETSIM – JcYL			
Eucalipto	Claras				
	Empacado	BIO – SOUTH	19,21	21,78	
	de restos				
	Claras	CESEFOR –			
Astillado	ETSIM – JcyL	22,64			
de restos					
Eucalipto	Cortas a hecho	CIS – Madera	21,52	30,66	
	Astillado				
	de restos	CIS – Madera	25,14	29,54	
Eucalipto	Cortas a hecho				El coste mínimo no incluye el coste combinado de saca y transporte
	Empacado	FERÁLAVA	17,49	30,70	
de restos					
Quercus	Resalveo				
	Astillado	CESEFOR –	54,00		Incluye costes de transporte
	de restos	ETSIM – JcyL			
Chopo	Corta a hecho	CESEFOR –	24,92		
	Astillado	ETSIM – JcyL			
	de restos				
	Corta a hecho	ANFTA	33,00		
Empacado	BIO – SOUTH	13,00			
de restos	FERÁLAVA	17,31	32,01	El coste mínimo no incluye el combinado de saca y transporte	

Tabla 59: Costes orientativos de experiencias reales de distintos aprovechamientos de biomasa residual en distintas formaciones arboladas densas en el norte de España y con distintas sistemas de trabajo, datos obtenidos durante el año 2008.

Tratamiento	Proceso y Maquinaria	Rendimiento (t/h)	Coste (€/t)	Coste total (€/t)
P1–Corta a hecho; restos amontonados	Amontonado de restos. Tractor apilador de restos	3,20	16,54	35,66
	Astillado. Astilladora chipharvester Brucks 803 sobre autocargador Valmet 892	16,17	10,21	
	Desembosque de astilla a parque. Autocargador Valmet 895	10,74	8,90	
P2–Corta a hecho; restos apilados junto a vía	Amontonado de restos. Tractor apilador de restos	3,20	16,54	30,30
	Astillado. Astilladora chipharvester Brucks 803 sobre autocargador Valmet 892	23,89	6,91	
	Aproximación de astilla a contenedor general. Autocargador Valmet 895	13,97	6,84	
P3–Corta a hecho; restos apilados junto a vía	Amontonado de restos. Tractor apilador de restos	3,20	16,54	25,91
	Astillado. Astilladora semimóvil de alta capacidad Pezzolato PHT 1200	13,60	6,76	
	Tractor con pinza frontal	13,60	2,61	
P4–Corta a hecho; restos amontonados	Amontonado de restos. Tractor apilador de restos	3,20	16,54	27,01
	Empacado. Fiberpac 370 B sobre autocargador Timberjack 1210 B	7,45	10,47	
P5–Corta a hecho; restos apilados junto a vía	Amontonado de restos. Tractor apilador de restos	3,20	16,54	27,41
	Empacado. Fiberpac 370 B sobre autocargador Timberjack 1210 B	7,18	10,87	

Tabla 60 : Costes reales de distintos tratamientos selvícolas llevados a cabo sobre pinares de *Pinus pinaster* realizados principalmente en la Comunidad de Castilla y León con distinta maquinaria y sistema de trabajo (año de la experiencia 2009).

Pinus Sylvestris. t/ha 4:*(continuación)*

Tratamiento	Proceso y Maquinaria	Rendi- miento (t/h)	Coste (€/t)	Coste total (€/t)
Clara: saca de árbol completo y triturado en cargadero con astilladora semimóvil	Apeo. Cosechadora convencional	6,32	11,16	
	Saca. Autocargador	6,54	8,25	26,64
	Triturado en cargadero y carga. Triturado	31,64	3,23	
	Transporte a central. Camión		4,00	

Chopo. t/ha 106,1:

Tratamiento	Proceso y Maquinaria	Rendi- miento (t/h)	Coste (€/t)	Coste total (€/t)
Corta a hecho	Apeo y desrame. Manual	2,096	(9,45)	
	Desembosque de fustes			
	Cargadora frontal	5,87	(8,60)	
	Apilado de restos. Cargadora frontal	21,05	2,38	31,92
	Astillado, astilladora	3,36	22,54	
	Transporte a central		7,00	

Pinus pinaster. t/ha 40,3:

Tratamiento	Proceso y Maquinaria	Rendi- miento (t/h)	Coste (€/t)	Coste total (€/t)
Corta a hecho; procesado de restos en calles con astilladora móvil	Apeo. Manual	26,0		
	Procesado. Procesadora multiárbol	19,6		
	Saca. Autocargador	9,2		21,33
	Astillado móvil.	10,7	11,5	
	Astilladora sobre autocargador			
	Transporte de astilla. Camión		9,8	

Tabla 61: Experiencia CESEFOR Tolosana, E Y Ambrosio, R Laina, R Martínez-Ferrari y F Pinillos "Rendimientos y costes de diferentes aprovechamientos de la biomasa forestal: Experiencias llevadas a cabo en Castilla y León dentro de un proyecto de investigación(2009).

Del análisis de todas estas experiencias realizadas principalmente en Castilla y León se puede concluir que en líneas generales **la pendiente del terreno y el tipo de intervención selvícola se muestran como las variables más relevantes para los costes**. El **umbral de pendiente determinante está en torno al 25 %** y a medida que se vincula a **labores selvícolas con menor capacidad de generación de biomasa por unidad de superficie o de trabajo aplicado** (claras, clareos, resolveos y podas) también se incrementan los costes por unidad producida de biomasa verde. Se han observado igualmente **diferencias relevantes en función de la especie arbórea predominante**.

12.18 Costes de cortas de regeneración de pinares con motosierra y desembosque con skidder.

Ya para claras comerciales y cortas finales las experiencias estudiadas de costes de apeo con motosierra y arrastre por skidder, para tratamientos de claras comerciales y cortas finales, nos certifican que **se incrementan de forma importante los importes al disminuir la clase diamétrica del arbolado**. Y a este respecto lo que más influye es el incremento en el coste de desembosque que crece en mucha mayor proporción que el coste relativo de corta por metro cúbico.

Clase diamétrica	Coste cortar (€/ m ³)	Coste desembosque (€/ m ³)	Coste total (€/ m ³)
10	8,07	72,98	81,04
15	6,27	27,74	34,01
20	5,15	13,07	18,21
25	5,43	9,25	14,68
30	4,64	5,78	10,42
35	4,14	4,03	8,18
40	3,33	2,95	6,28

Tabla 62 Costes para las claras comerciales y cortas finales de pino silvestre 2005 recogidas por la asociación de propietarios forestales de Barcelona.

Los costes de transporte a la fábrica (entre 40 y 100 kilómetros) se han considerado se encontrarían entre los 6 y los 9 Euros por metro cúbico.

Zonas	Objetivos	Criterios generales
Actualmente no mecanizables	Mantenimiento del sistema Criterios no productivos	<ul style="list-style-type: none"> • >65% de pendiente ó • en laderas que no sean transitables por maquinaria o situadas a más de 90 m de un camino
Mecanizables	Producción de madera (En función de los balances económicos y de las calidades de estación se orientará la gestión a diferentes productos: sierra, postes, trituración)	<ul style="list-style-type: none"> • Cuando tengan una pendiente < 45% ó • De 45% a 65% de pendiente, siempre y cuando esté a menos de 90 m de un camino

Tabla 63 Objetivos y criterios generales para las zonas que son y que no son mecanizables.

Costes de cortas de regeneración a hecho en pino silvestre

Estas **cortas se realizan con motosierra y el desembosque con skidder** en los **montes en pendiente que no permiten la mecanización o fincas de pequeño tamaño** con importantes costes de movilidad de las máquinas. En este caso se estima que el apeo y preparación del tronco se realiza sobre unos 500 pies por hectárea que tienen un diámetro medio de unos 28 cms. Posteriormente el arrastre con skidder nos aproximará de media unos 380 m³ por hora a la pista principal o carretera accesible para camión. Se ha estimado, que de media, también se trabaja con la madera de diámetro en punta delgada de 12 centímetros para arriba con destino a biomasa se podrían extraer unos 75,2 Toneladas por hectárea.

Operación	Rendimiento (m ³ /hora)	Coste por metro cúbico
Apeo y desramado	7,2	2,9 €/m ³
Saca máquina 100 CV	6,2	7,2 €/m ³
Saca máquina 160 CV	11,4	3,9 €/m ³
Coste directo medio total		6,8 €/m³

Tabla 64 Rendimientos y costes de las labores de procesado de un metro cúbico de biomasa verde para coníferas.

Es siempre preferible **optar**, siempre que **se pueda, por el sistema mecanizado** que resulta **más seguro, más ergonómico y más productivo** y aumenta la cantidad y calidad del aprovechamiento biomásico. Con el trabajo manual se genera más empleo y se consume menos energía y con ello se generan menos residuos.

En estos aprovechamientos se han quedado generalmente unas 19,4 toneladas por hectárea en el terreno si se ha realizado un astillado móvil en el campo y de unas 11,5 toneladas cuando se ha realizado con una astilladora fija.

12.19 Costes orientativos de biomasa forestal secundaria y recuperada.

Una biomasa de gran interés y que permite por otro lado ayudar a darle mayor margen a la industria es la valorización energética de los residuos de las serrerías y otras industrias madereras. En la tabla inferior se presentan los costes orientativos de procesado de estos restos para la generación de biomasa que generalmente es de **gran valor por sus condiciones de humedad y su buena calidad de tamaño por su procesado en astilladoras fijas** instaladas en la propia industria. Como ya se ha insistido es muy interesante el desarrollo integral de toda la industria maderera con el aprovechamiento biomásico para aprovechar las interesantes sinergias que hay entre ambas.

Tipo		Costes (€/t)
Biomasa forestal secundaria	Corteza	10,8 -13,8
	Serrines	27 - 33
	Viruta de pino y eucalipto	30 - 36
	Recortes	24 -28
	Serrín rojo	6 - 12
Madera recuperada	Residuos procedentes de palets, cajas y embalajes de madera, etc.	9

Tabla 65: Costes orientativos de puesta en destino de la biomasa forestal secundaria y recuperada. Fuente datos de Freire et al (2008).

12.20 Los intervalos de costes de la biomasa forestal.

Recopilando un poco resultados de los distintos tratamientos con aprovechamiento biomásico que se han presentado se propone agrupar los costes totales de la BFPR puesta en planta en cuatro intervalos que serían:

- **costes bajos (25-30 €/tonelada biomasa verde),**
- **costes moderados (30-45 €/ tonelada biomasa verde),**
- **costes altos (45-65 €/ tonelada biomasa verde)**
- **muy altos (65-90 €/ tonelada biomasa verde).**

Para caracterizar las diversas condiciones del terreno se han sintetizado las condiciones de la pendiente en tres situaciones que serían: muy favorables (<25%), favorables (25-35 %), poco favorables (35-45 %), y desfavorables (45-65 %). Este es, como se ha comentado reiteradamente, un factor muy a tener en cuenta para la estimación del coste de explotación de la biomasa.

Para la caracterización de los distintos tratamientos o labores se han diferenciado por la especie principal objeto de tratamiento y también por los sistemas de trabajo que darían lugar a tales costes, señalándose los posibles mercados de destino en función de los precios observados compatibles con dichos costes totales.

Costes bajos (25-30 €/t):

Constituye la franja de costes más reducida. Se obtiene del **procesado de restos de cortas finales de eucalipto, pino y chopo, empacada y en condiciones del terreno muy favorables** (en esta horquilla se sitúa asimismo al **resalveo de quercíneas en zonas de muy poca pendiente**). Estos costes para la biomasa puesta en planta son **muy competitivos para cualquiera de los mercados de destino: generación termoeléctrica, fabricación de pellets y astilla, fabricación de tableros de madera, y leñas.**

Otra interpretación posible es que para precios de mercado para el suministro de biomasa por debajo de los 25-30 €/t puesta en planta, la biomasa forestal no se movilizaría, es decir, se dejaría en el monte al no cubrirse los costes de su producción. O se haría este aprovechamiento con pérdidas pero con la posible compensación del ahorro de los trabajos de tratamiento in situ de esta biomasa que difícilmente en el futuro la van a dejar permanecer sin procesado en el monte por el riesgo de incendios y plagas.

Costes moderados (30-45 €/tonelada):

Se alcanza para el **aprovechamiento de restos en cortas finales de pino, eucalipto, chopo, castaño y haya, en terrenos favorables y tratamiento mediante empacado.** Además, en el caso del eucalipto y el **chopo** se lograrían estos costes incluso **en terrenos menos favorables** por la elevada **concentración de biomasa** por hectárea que generan estos aprovechamientos forestales.

Igualmente se situarían en esta franja las **claras de pino, haya y quercíneas en terrenos como mínimo favorables, así como las podas de chopo y los resalvos de quercíneas en terrenos de muy moderada pendiente** y escabrosidad. Los precios observados para los mercados de destino compatibles con esta franja de costes serían claramente la **generación termoeléctrica, la fabricación de astilla para usos térmicos y las leñas; y estarían en el límite de la viabilidad los usos de fabricación de pellets y de tableros**, en función de las condiciones concretas de precios de mercado de los productos finales.

Costes altos (45-65 €/t):

Asociados a **cortas finales y claras de diversas especies en terrenos poco favorables o desfavorables**, y donde se trabaja con el auxilio del empacado e incluso el astillado en terrenos favorables o muy favorables de cortas finales y clareos. Estos **costes impedirían probablemente el acceso del recurso a mercados como el de pellets o el de la astilla para generación eléctrica, y estaría en el límite de la viabilidad en el caso de la astilla de alta calidad para usos térmicos**. Por ello su destino debería ser para su **valorización en las proximidades del monte** para abaratar costes y por un **consumidor final** como pueda ser un **district heating**, calderas de gran tamaño y versatilidad de combustibles de industrias o granjas, etc.

Costes muy altos (65-90 €/t):

Esta franja de costes, vinculada a **terrenos poco favorables o incluso favorables pero para tratamientos como podas, resalvos y clareos de diversas especies y con generación de moderadas densidades de residuos**. También para biomasa con tratamiento con astillado; así como para el caso de cortas finales en condiciones de pendiente desfavorables, también para diferentes especies, hacen que los **únicos mercados de destino viables sean los de leñas para uso térmico de proximidad y alto valor añadido como para su venta a turistas y casas individuales**.

Tratamiento, especie y sistema de procesado	Condiciones del terreno	Costes	destino		
Cortas finales de eucalipto/ chopo/ pino. Empacado	Muy favorables	Bajos: 25-30€/t	<ul style="list-style-type: none"> • Generación eléctrica. • Fabricación de tablero, pellets y astilla. • Leñas. 		
Resalveos de quercíneas. Empacado					
Claras de pino/haya. Empacado	Muy favorables	Modera-dos: 30-45€/t	<ul style="list-style-type: none"> • Generación eléctrica • Fabricación de tablero^(*) y pellets^(*) • Fabricación de astilla para usos térmicos • Leñas 		
Podas de chopo. Empacado					
Cortas finales de eucalipto/pino/castaño. Empacado	Favorables				
Cortas finales de pino. Empacado o en bruto	Favorables				
Claras de pino. Astillado					
Claras de quercíneas. Empacado					
Resalveo de quercíneas. Empacado	Favorables o poco favorables				
Cortas finales de eucalipto/chopo. Empacado	Poco favorables				
Cortas finales de diferentes especies de frondosas y coníferas. Astillado	Muy favorables			Altos: 45-65€/t	<ul style="list-style-type: none"> • Generación eléctrica^(*) • Fabricación de astilla para usos térmicos^(*) • Leñas
Resalveo de quercíneas. Astillado	Favorables				
Claras de pino. Empacado	Poco favorables				
Cortas finales de pino/castaño. Empacado					
Podas de chopo. Empacado					
Cortas finales de pino. En bruto	Desfavorables				
Clareos de pino. Empacado	Muy favorables				
Claras de quercíneas/haya. Empacado	Poco favorables				
Cortas finales de pino. Empacado	Desfavorables				
Podas, resalveos y clareos de pino/quercíneas. Astillado	Favorables o poco favorables	Muy altos: 65-90€/t	<ul style="list-style-type: none"> • Leñas. 		
Cortas finales de diferentes especies de frondosas y coníferas. Astillado o empacado	Desfavorables				

Tabla 66: Costes orientativos de puesta en destino de la biomasa forestal secundaria y recuperada. Fuente datos de Freire et al (2008).

Entre las distintas **formaciones arboladas presentes en la provincia de Teruel** en relación a los costes de la materia biomásica hay importantes diferencias pero muchas de ellas **se encuentran en la situación inferior en relación a las principales especies objeto de valorización biomásica presentes en España.**

Las formaciones densas y con buenas condiciones de explotabilidad que se encontraría con cierta ventaja es el pino carrasco y pino pinaster por una razón muy sencilla que es su menor porcentaje de aprovechamiento para madera que permite **aprovechamientos de árbol entero con muy buenos rendimientos para biomasa.** En situación completamente diferente se encontrarían las formaciones de pino silvestre y laricio que por su mayor aprovechamiento maderero hace que la valorización energética tenga que ser principalmente de ramas y de arbolado de menor calidad. **Las especies del género Quercus se encuentran en una situación intermedia** por su aprovechamiento como árboles completos pero por su menor aprovechamiento para madera.

Por ello es tan importante para incrementar de forma importante la capacidad de mejora de formaciones arboladas del aprovechamiento bioenergético el desarrollo de negocios de revalorización de este combustible en distintos formatos y formas que ayude a incrementar las salidas de los diferentes intervalos de precios que encontramos para estos recursos.

12.21 Potencial de reducción de los costes de la biomasa

Trabajar con empresas que tengan perfectamente integrado la producción conjunta de madera y biomasa.

El principal camino para conseguir una reducción de los costes de la biomasa es el **llevar a cabo una adecuada planificación del aprovechamiento integral y combinado de la madera y de la biomasa** que se pueda obtener del tratamiento selvícola en cuestión. Necesidad de trabajar con empresas que tengan **perfectamente integrado el aprovechamiento de la madera con el de la biomasa** y cuente con maquinaria especializada y versátil para trabajar ambos productos con toda la maquinaria.

El primer problema es la dispersión de los restos

Para disminuir el perjuicio económico que provoca esta situación se debe basar en planificar adecuadamente el aprovechamiento, como se ha comentado antes de madera y biomasa. Se debe **planificar**, en consecuencia, el aprovechamiento principal, de tal manera que **se produzca la menor dispersión posible de restos** de la siguiente forma en los distintos tipos de cortas:

- Realizando, si es posible, **cortas continuas en superficie** (cortas a hecho; cortas diseminatorias o aclaratorias; cortas de regeneración por aclareo sucesivo, ya sea uniforme, por fajas, bosquetes o cantones) o en **cortas intermedias de peso fuerte** (claras o clareos de eliminación de masa inicial superior al 30% del área basimétrica). Aquí la importancia de unificar aprovechamientos de varios años en lotes que en lo posible deben estar próximos o de forma ideal presentar una continuidad espacial.
- **Agrupando restos de corta en montones, líneas o calles de desembosque** al mismo tiempo que se lleva a cabo el aprovechamiento principal que será de madera.
- Mediante el **aprovechamiento del árbol entero con su procesado en pista**, con separación de productos finales (fustes) y restos (raberón, ramas y hojas) al pie de la pista. También para diámetros inferiores a 14 centímetros se puede mirar de proponer su aprovechamiento íntegro como biomasa.
- En cortas intermedias, de peso moderado a débil, se pueden reducir los costes agrupando los restos de corta en las calles de desembosque o con un aprovechamiento que haga la saca de árbol completo.

Baja densidad de los combustibles

La segunda dificultad es la baja densidad de los restos de biomasa especialmente de la copa y ramas. Por ello las soluciones tecnológicas se basan en la recogida de los residuos operando bien en **reducir el tamaño del material (astillándolo), o bien en comprimirlo hasta formar unidades compactas de mayor densidad (empacado de restos forestales)**.

Al tratarse de una tecnología no madura, existe un **notable margen de reducción de costes mediante las economías de escala y las economías de aprendizaje, así como por los avances tecnológicos** tanto en las fases de obtención y aprovechamiento de la materia prima como en la etapa final de usos térmicos y eléctricos. Este potencial de reducción de costes está recogido en la literatura, basándose en décadas de experiencia de países como Suecia o Finlandia, en los que los costes de recogida de residuos forestales disminuyeron un 15% cada vez que se duplicó la capacidad de producción durante el periodo de tiempo entre el año 1975 y el 2003 (Cerdá, 2012a). En general, **el potencial en la reducción total de costes de producción de energía a partir de biomasa para el año 2020 estaría entre el 15% y el 40%** (European Climate Foundation, 2010; IPCC, 2011).

Promover sistemas plurianuales de aprovechamiento de la biomasa forestal que permitan una adecuada planificación

Un elemento necesario para lograr una adecuada planificación del uso de la biomasa forestal como fuente de energía es **promover sistemas plurianuales de aprovechamiento que permitan prever el suministro de manera estable y garantizada**. En la práctica forestal esto es posible a través del desarrollo de planes plurianuales de aprovechamientos en el marco de una **adecuada ordenación que también incidan en la dotación de infraestructuras adecuadas** (viario forestal, cargaderos, parques, etc.) que muchas veces solo son abarcables cuando se plantean aprovechamientos a varios años.

Esta planificación plurianual se puede ver a su vez reforzada por la integración con **modalidades de aprovisionamiento** con un mayor grado de predecibilidad, a medio y largo plazo, como los cultivos energéticos agrícolas y forestales.

Aprovechamiento de árbol entero

En este proceso, la biomasa recogida corresponde al fuste entero. Los árboles procesados por este sistema tienen bajo valor económico, son **pies que provienen de claras**, plantaciones de baja rentabilidad, cultivos energéticos, árboles de áreas de corta anticipada o dañados por incendios, vendavales o plagas o enfermedades. Los árboles son aprovechados para la obtención de astilla.

12.22 Precios pagados por la industria por estos recursos

El precio medio pagado por la industria del tablero para maderas o astillas estaría entorno a los 37,5 €/t en condiciones normales de fabricación, puesto el recurso en planta (sin triturar). Son unos precios de adquisición de la madera para la **industria de desintegración** (tablero y pasta de papel) que se situarían **en el entorno de los 35 y 45 €/tonelada**.

En cuanto a la **generación de electricidad**, según la citada Estrategia Española e información procedente de promotores de centrales de generación eléctrica con biomasa forestal (subgrupo b.6.3 del R.D. 661/2007), los titulares de las plantas **podrían llegar a pagar como máximo 42-50 €/t** (para un PCI medio de 3.000 kcal/kg), por la BFPR puesta en planta. Por su parte, el Plan Regional de Ámbito Sectorial de la Bioenergía de Castilla y León (Junta de Castilla y León, 2009) señala que el precio de referencia de adquisición de la materia prima sólida puesta en planta en las condiciones de mercado en 2009 se situaba entre los 20 y los 40 €/t para las centrales de producción eléctrica, con la posibilidad de que **usuarios térmicos, especialmente si tuvieran asignada cuota de emisión de CO₂, pudieran llegar a abonar precios entre 45-60 €/t**.

En cuanto a los precios de referencia de las **aplicaciones intermedias, como la de fabricación de pellets**, el mencionado plan de Castilla y León recoge un rango de precios de referencia de adquisición de la materia prima **entre 20 y 50 €/ton (según la calidad del pellet de destino)**. Por otro lado, debe recordarse que la biomasa forestal secundaria procedente de la industria de transformación de la madera es una importante fuente de recursos para la industria del pellet y del tablero. A título orientativo, los **precios de serrines, leñas, astillas y virutas de diferentes especies (sobre todo pino, castaño y roble) destinados a la industria del tablero** oscilaban en **2010 en Asturias entre los 14-30 €/tonelada**.

13 LA ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA FORESTAL DISPONIBLE EN LOS MUNICIPIOS DE LA PROVINCIA DE TERUEL.

13.1 Fuentes de la biomasa forestal.

Para el ámbito forestal se han **diferenciado tres tipos de biomasa** que son: la procedente de **restos de los aprovechamientos forestales**, la que se deriva de la **extracción del árbol completo** y la que se podría obtener de **masas leñosas susceptibles de implantación en terreno forestal**.

No se ha incluido la biomasa procedente de la limpieza de matorral por estimar que en la actualidad su aprovechamiento no es rentable aún cuando por temas de incendios o mejora pastoral podría estar justificada en muchas superficies. La estimación de estos recursos debe venir acompañada de un estudio de los costes de extracción o acopio y de coste medio de esta biomasa.

A la hora de cartografiar las superficies susceptibles de ser fuente de biomasa forestal es muy importante **tener en cuenta las importantes restricciones** que para su movilidad y rentabilidad existen en los medios forestales donde se deben considerar con especial atención las **debidas a razones: técnicas, tecnológicas, ecológicas, fisiográficas o legales**. Pero por otro lado también hay que tener muy en cuenta la **viabilidad económica con respecto a otros posibles usos** no energéticos o incluso su no movilización.

En este apartado se intentará establecer la producción o posibilidad anual para los distintos tipos de vegetación existentes en las distintas formaciones forestales y también para los recursos biomásicos agrícolas potencialmente movilizables. **Se ha establecido para cada especie o formación la posibilidad de producción de biomasa a lo largo de sucesivos e indefinidos turnos de aprovechamiento en toneladas de materia verde por hectárea y año**. Y también se ha establecido un coste medio de transporte a un hipotético punto geográfico que se considera razonable para la valorización de este recurso.

La biomasa forestal con origen en ramas o raperones o incluso árboles completos se ha subdividido a su vez en una clase **correspondiente a los restos con punta delgada de menos de 7-7,5 cm de diámetro** (en la cual se incluyen raperones, ramas y ramillas procedentes de los distintos tratamientos y árboles completos con diámetro inferior a 7,5 cm) **y otra compuesta por raperones, ramas y ramillas procedentes de distintos tratamientos y árboles completos con diámetro inferior a 20 cm**.

Biomasa de restos con punta delgada de 7-7,5 centímetros.

En el caso de este grupo los restos proceden de los tratamientos y aprovechamientos de masas forestales existentes (ramas, raperones, etc.) y su aprovechamiento está caracterizado por la **complicada mecanización de**

estos trabajos en los terrenos forestales, la necesidad en muchos casos de proceder al **astillado o compactación en monte** de los mismos con el fin de abaratar los costes de transporte a partir de una determinada distancia.

Biomasa de restos competitiva con punta delgada inferior a 20 centímetros.

Esta compuesta de restos procedentes de **distintos tratamientos selvícolas (ramas, riberones, etc) de menos de 20 centímetros de diámetro provenientes de claras o incluso de cortas finales** procedentes de masas en pie con o sin aprovechamiento actual. En este caso puede haber **aprovechamientos alternativos madereros** que compiten con el aprovechamiento biomásico y debe ser considerado en un mercado libre.

Biomasa de árbol completo

Hay aprovechamientos como árboles enteros, procedentes ya sea de masas naturales o implantadas, donde el **destino de estos pies es íntegramente para su valorización energética como biomasa forestal por la mala calidad del arbolado, su insuficiente diámetro u otras razones**. Se destinan enteramente a este fin por tener un nulo aprovechamiento maderero y/o de otros usos alternativos. Se incluyen aquí aprovechamientos biomásicos de formaciones del **género Quercus** de naturaleza leñosa y mala calidad maderera.

Clareos o podas no comerciales

Se ha considerado que los tratamientos como las **podas o los clareos** (cuyo fin es la formación y mejora de la vegetación, la protección frente a plagas y enfermedades o la reducción del riesgo de incendios), **no tienen un fin comercial** y, por tanto, no entran en competencia con otros usos como el maderero. Estos restos en muchos casos tienen una **complicada rentabilidad** y en muchos casos sus costes deben ser sufragados por el Gobierno de Aragón o el propietario del monte y ofrecer los restos del aprovechamiento gratuitamente para su movilización y valorización por parte de la empresa de aprovechamientos forestales respectiva.

Aprovechamientos mixtos de madera y biomasa

Los tratamientos como muchas de las claras, cortas intermedias o de mejora y especialmente cortas finales) originan, por un lado, **fustes**, los cuales, según la metodología, tienen un posible y casi seguro **uso maderero** (dependiendo del diámetro de los árboles y su rectitud y conicidad) y, por otro, **riberones (punta de corta de copas) y ramas y ramillas, que se identifica como biomasa de restos forestales**. En general, se entiende que los árboles alcanzarán dimensiones para un importante destino para su uso maderero en el caso de cortas finales y segundas claras y para biomasa irán los restos de la corta.

13.2 Valores de estimación de la biomasa de los ecosistemas forestales españoles.

La estimación de la biomasa existente en los diversos ecosistemas forestales se lleva a cabo a tres niveles denominados: biomasa total potencial, biomasa accesible y biomasa disponible.

La **biomasa potencial total** es aquella resultante de **considerar el aprovechamiento de toda la superficie forestal arbolada en la que las especies consideradas de interés forestal se encuentren presentes** (superficie potencial total).

La **biomasa potencial accesible** resulta de **aminorar la biomasa total tomando en consideración restricciones de índole ecológica, económica o de mecanización, así como de aplicar un coeficiente reductor (coeficiente de recogida)** debido a la eficiencia en la recogida. Respecto a este último factor se tiene en cuenta que es recomendable dejar restos en el terreno por razones ecológicas, además de la evidente imposibilidad de recoger el 100% del material por el medio en donde se trabaja.

La **biomasa potencial disponible es la derivada de aminorar la accesible teniendo en cuenta el uso alternativo de obtención de madera.**

Pero todo lo anterior teniendo en cuenta un aprovechamiento sostenible del recurso a largo plazo lo que nos obliga a recoger aproximadamente el crecimiento normal de la formación arbórea no su capital, si bien en la situación actual se podría plantear extraer un extra por la importante capitalización de las formaciones arboladas.

13.3 Tesis Doctoral "Evaluación del potencial energético de los bosques de Teruel mediante teledetección y SIG de Alberto García Martín.

Esta Tesis doctoral resulto ser la primera aproximación que se ha realizado para la estimación de la biomasa forestal residual que se ha hecho de toda la provincia de Teruel. La Tesis resulta un estudio muy exhaustivo y completo del empleo de la información de satélite que se tiene de forma continua de toda la provincia conjuntamente con la información de campo y especialmente de las parcelas del IFN 2 para la estimación de esta biomasa residual. Sin entrar en profundidad en todo su desarrollo adolece de un gran error en sus estimaciones y es que las mismas no tienen en cuenta que en los montes la gestión es a largo plazo y no se puede extraer en pocos años todas las existencias de biomasa de los montes sino que se debe hacer de forma sostenible en el tiempo por lo que sus resultados no son válidos para estimar la biomasa realmente movilizable de forma sostenible en los montes.

Pero los resultados de este estudio si tienen aspectos muy positivos que permiten que aporte cierta información de interés como es el diferenciar las áreas que relativamente disponen de más recursos biomásicos y con ello que pueden ser susceptibles de aprovechamiento. No obstante los datos con los que trabaja son en estos momentos ya antiguos (de hace 25 años) pues el IFN 2 ya está superado con los resultados del IFN 3, y el incremento de existencias es importante entre ellos es importante, y hay actualmente mejores recursos de información continua, ya sea de satélites o LIDAR, para estimar en su conjunto a toda la provincia.

Entre los aspectos especialmente positivos consideramos que está el considerar a las cuatro principales especies de pinar, porque como se verá en nuestros resultados las especies del género *Quercus* no ofrecen grandes posibilidades de génesis de biomasa. No obstante sería necesario incluir también las choperas que aunque en superficie no son muy importantes si lo es cuantitativamente por la alta explotabilidad de las mismas y sus interesantes crecimientos.

También se considera muy interesante que haya tenido en cuenta aspectos relacionados con la explotabilidad del monte como la pendiente o la distancia a viales de monte porque permite cuantificar recursos que puedan ser económicamente viables su movilización. También el estudio de superficies mínimas con continuidad y la densidad mínima de recurso son aspectos importantes que incluye este estudio y que pueden tener interés. En relación a los aspectos de mayor importancia para la explotabilidad de las formaciones disentimos de su valoración y consideramos que la pendiente es sin duda y a diferencia el aspecto más importante a tener en cuenta.

El trabajo intenso de búsqueda del modelo mejor de regresión teniendo en cuenta distintas opciones es de gran interés y sería muy interesante considerarlo para futuros estudios que quieran emplear información continua del territorio que se tenga por satélite o LIDAR y con apoyo en las parcelas del IFN 3. Pero quizás sea de más interés trabajar con el mapa forestal y con áreas homogéneas de mayor tamaño y con más trabajo de campo dadas las dificultades que las pequeñas parcelas del IFN 3, que además no son de diámetro homogéneo, nos ofrecen para las regresiones por la alta heterogeneidad de los montes mediterráneos turolenses.

En esta metodología tampoco se ha tenido en cuenta que además de la biomasa residual forestal también se puede destinar a biomasa pies enteros y ello es especialmente importante en especies como el pino carrasco y el pino rodeno, este segundo en menor medida, por la mala conformación de sus pies y su moderado desarrollo en algunas estaciones que hacen al aprovechamiento biomásico de mayor interés que el maderero en una importante proporción.

Finalmente se generan unos mapas de biomasa residual forestal en toneladas por hectárea que como hemos dicho no supone una disponibilidad sostenible y anual de este recursos sino el capital de biomasa que tienen las distintas formaciones y cuya extracción se debería hacer, en su caso, en un periodo de

tiempo suficientemente amplio de varias decenas de años. No obstante es una información interesante y permite categorizar el territorio en un primer estadio por las existencias de biomasa residual con rangos de biomasa de entre 5 hasta 50 toneladas por hectárea.

13.4 Resultados del potencial de biomasa en la provincia de Teruel realizado por la Universidad de Zaragoza.

El grupo de Fluidodinámica Numérica de la Universidad de Zaragoza ha llevado a cabo una estimación del potencial de biomasa movilizable en la provincia de Teruel para el proyecto Aragón Infoenergía. Para su estimación se ha trabajado con información continua de toda la provincia aportada por el satélite CORINNE que permite diferenciar la superficie forestal con una FCC superior al 30% y en esta las superficies de coníferas frente a frondosas. Con esta información de superficie en cada municipio de coníferas, frondosas y masas mixtas de ambas especies se trabaja para la estimación de recursos biomásicos multiplicando las mismas por una posibilidad de extracción anual sostenible por hectárea.

Para la estimación de la posibilidad de extracción anual sostenible se ha calculado en función de valores medios de silvicultura aportada por estudios sobre formaciones de semejante naturaleza a las presentes en la provincia de Teruel en medios mediterráneos. Como se puede observar en la tabla inferior los intervalos de otros estudios, con excepción de la Tesis de Alberto García, se encontrarían dentro de los valores asignados en este estudio.

Estudio	Toneladas residuo forestal por hectárea (valor medio)
Tesis: Evaluación del potencial energético de los bosques de Teruel mediante teledetección y SIG Autor: Alberto García Martín	13.7
Informe: Evaluación del potencial de la energía de la biomasa en España. Estudio técnico PER 2011-2020. Autor: IDAE	--
Estudio UZ	0.4-1.6
Análisis del potencial de biomasa forestal en Extremadura mediante SIG Autor: Pérez Atanet et al.	0.18-3.72
Energy potential of waste from 10 forest species in the North of Spain (Cantabria)S. Pérez et al.	1.64-3.8
Carbon stock estimates for forest in the Castilla y León region, Spain. A GIS based method for evaluating spatial distribution of residual biomass for bio-energyMaría V. Gil, et al.	0.36-3.96 6.3 (chopo) 7.46 (eucalipto)

Tabla 67: Resultados de distintos estudios de residuo forestal medio por hectárea disponible con una gestión sostenible. Universidad de Zaragoza.

Entre los resultados de este estudio se encuentra la estimación de las superficies por distintos tipos de formaciones que hay en la provincia de Teruel y que arroja los siguientes resultados con los datos del Corinne Land Cover (2018). Este dato es de gran importancia pues es muy actual y permite discriminar las superficies especialmente densas de arbolado que serían las susceptibles para plantear actuaciones selvícolas con potencial aprovechamiento biomásico y son:

Tipo de bosque	Superficie (km2)	% Superficie provincia de Teruel
Bosques frondosa (chopo, roble, encina)	621.1	4.2%
Bosques coníferas (pino)	2556.0	17.3%
Bosques mixtos	975.2	6.6%
Matorral	3504.3	23.7%
Matorral boscoso de transición	857.3	5.8%

Tabla 68: Superficies de las formaciones forestales principales de la provincia de Teruel. Universidad de Zaragoza.

De estos resultados consideramos que habría que no considerar para tema de movilización de biomasa las superficies de matorral y matorral boscoso de transición pues a excepción de áreas con interés para compartimentar frente a incendios los paisajes en el resto de superficies es complicado que pueda haber rentabilidad económica en los aprovechamientos. Es más realista empezar con los aprovechamientos en formaciones arboladas y luego si acaso ampliar al resto.

Este estudio también estima las potencialidades de movilización de biomasa de las explotaciones agrícolas y en primer lugar hace un inventario por municipio de los distintos aprovechamientos que pueden generar residuos agrícolas y se presenta ello en la tabla. Se ha empleado para su cálculo los datos de la PAC.

Para el establecimiento de potencialidades de biomasa movilizable para los distintos aprovechamientos agrícolas se han empleado los valores que se presentan a continuación para los distintos cultivos ya sean herbáceos o leñosos, ver tabla. En el caso de los cereales se considera que solo el 25% del residuo se puede aprovechar para usos energéticos y que el 38% de la superficie se mantiene en barbecho cada año. Los datos medios se han establecido como valores medios de estudios realizados en medios agrícolas de muy parecida naturaleza.

Tipo de superficie agrícola	Superficie (km2)	% Superficie provincia de Teruel
Cereal (secano)	3460.7	23.4%
Cereal (regadío)	353.9	2.4%
Viñedo	13.1	0.09%
Frutal	118.7	0.80%
Olivar	140.0	0.95%
Prados y praderas	54.2	0.36%
Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes	34.3	2.3%
Mosaico de cultivos	479.8	3.2%
Terrenos principalmente agrícolas, pero con espacios de vegetación natural	804.6	5.4%

Tabla 68: Superficies de por tipos de superficie agrícola en la provincia de Teruel. Universidad de Zaragoza.

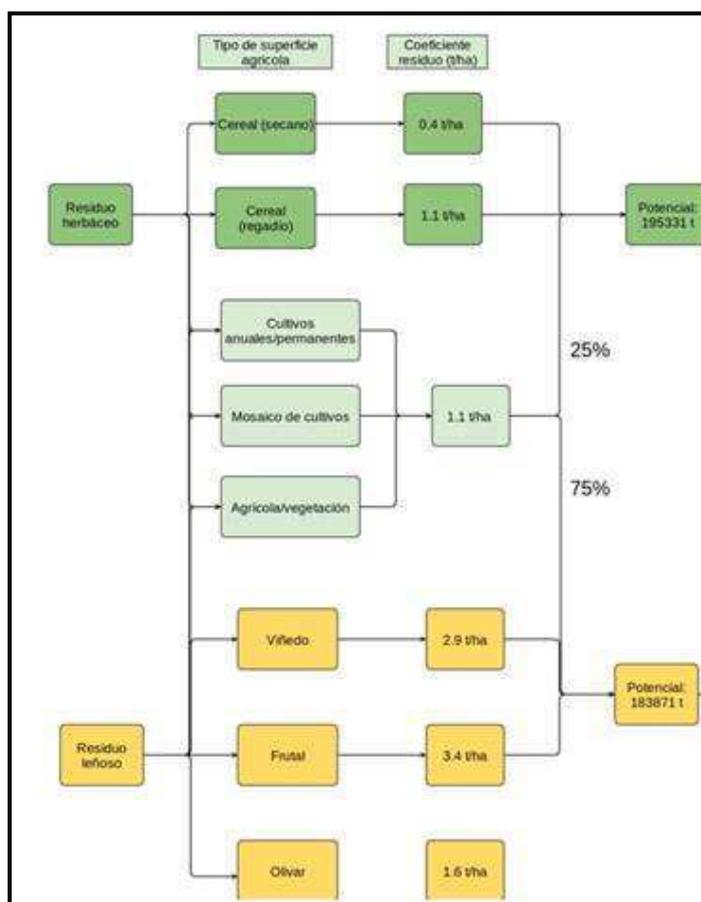


Gráfico 18: Producción de biomasa verde por hectárea de las distintas formaciones agrícolas de la provincia de Teruel. Universidad de Zaragoza.

13.5 Metodología para la estimación de la biomasa forestal total seguida por el IDAE.

13.5.1 Introducción

La metodología que a continuación se presenta y explica permite definir la biomasa total. La estimación del potencial de biomasa responde al concepto de la **posibilidad de los tratamientos y extracciones a llevar a cabo de acuerdo con los itinerarios selvícolas de cada especie a lo largo del turno correspondiente y repartido por ese periodo de tiempo** para estimar el nivel de **extracción anual que se puede ejecutar de forma sostenida**. Se entiende que en algunas situaciones la fuerte acumulación de existencias y stocks en los montes podría justificar una intensidad inicial superior a la anual calculada de aprovechamientos por la falta o moderada intensidad de ejecución de los tratamientos selvícolas intermedios o incluso cortas finales que precisan durante un largo periodo de años nuestras formaciones arboladas.

13.5.2 Los valores medios de los itinerarios selvícolas.

En las estimaciones que se han utilizado para contabilizar la biomasa forestal total **se han tenido en cuenta las tablas de itinerarios selvícolas medios que se recomiendan por los expertos forestales, cuya discusión se presenta en los puntos anteriores, para cada especie en las que se definen los tratamientos y la producción de restos y pies** tanto para materiales con un diámetro inferior a 7-7,5 cm como para los de un diámetro inferior a 20 cm. También se ha estimado los restos biomásicos para árboles completos cuyo destino más interesante sea el biomásico. Para ello se han adoptado **valores promedio de mediciones de aprovechamiento de biomasa en diversas experiencias** en distintos ámbitos del territorio. Esta medición es la más adecuada para la valoración real de los recursos biomásicos con los que se podría contar para la activación del sector de la biomasa en un territorio.

Los distintos itinerarios selvícolas llevan asociados una serie de tratamientos o intervenciones. Los **tratamientos** propuestos, en los itinerarios, **son entresaca, clareo, primera clara, segunda clara, aclareo, corta final y resalveo**. Cada tratamiento lleva aparejado distintos trabajos (apeo, reunión, saca, adecuación del material y transporte) hasta la obtención de un producto homogéneo a pie de central o centro de almacenamiento. Estos trabajos o procesos presentan distintas posibilidades de ser realizados. Cada alternativa de proceso con la maquinaria o técnica de trabajo manual utilizada conforma un sistema logístico al que se le asocia un coste que permite su comparación. Se ha adoptado un coste medio de transporte idéntico en todos los casos (60 m) y no se han tenido en cuenta los márgenes de los productores y operadores de biomasa, que junto con las variaciones en humedad o la distancia de transporte, podría elevar entre 1,5 y 2,2 veces los costes.

Muchos de los datos de resultados de itinerarios selvícolas medios y recursos biomásicos potencialmente movilizables se han extraído de Montero G, Ruíz-

Peinado, R, Muñoz M (2005) de la publicación "Producción de biomasa y fijación por los bosques españoles, Madrid: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria Ministerio de Educación y Ciencia"

Hay que **tener en cuenta que los itinerarios selvícolas están referidos a masas con fracción de cabida cubierta arbórea del 100 % y por ello se deberá considerar para los cálculos la necesidad de minorar en los casos de FCC menor** y tener en cuenta que en cualquier caso es un valor promedio.

La biomasa potencial total se calcula seleccionando en primer lugar las teselas de vegetación del Mapa Forestal de España en el territorio turolense que contengan masas forestales arboladas de media a alta densidad (FCC > 50%). Posteriormente la superficie de cada tesela con su valor medio anual de biomasa movilizable en función del itinerario selvícola ha sido multiplicada por su fracción de cabida cubierta arbórea y por el factor de ocupación relativa de cada una de las especies analizadas que componen su vegetación.

Se han considerado aquellas formaciones arboladas densas que estén formadas por especies con interés maderero y que tengan una mínima representación en la provincia de Teruel o España, para este segundo caso es necesario que para este territorio se extraigan un mínimo de unos 50.000 metros cúbicos al año o se extienda por unas 100.000 hectáreas. En este sentido **ha quedado fuera de este estudio las formaciones dominadas por la presencia de enebros y sabinas y otros muchas especies de presencia minoritaria.**

13.5.3 Ponderación con el coeficiente de productividad

Esta superficie se multiplica a su vez por la posibilidad de biomasa definida para la especie e itinerario silvícola correspondiente (productividad media a lo largo del turno referida a toneladas anuales, ya sea de restos y pies de diámetro inferior a 7 cm, de restos y pies con diámetro inferior a 20 cm o de árbol completo), ponderada por un **coeficiente de productividad que depende de la calidad de estación de cada zona, que mayorará o aminorará la posibilidad media.** Para este factor se ha tenido en cuenta principalmente el mapa de productividad forestal de Gandullo y Serrada y la consideración de la altura dominante de las formaciones arboladas que a igualdad aproximada de edad da una idea muy próxima de la calidad de las estaciones.

Clase	Mínimo	Máximo	Coefficiente
II a	6,75	7,5	1,56
II b	6	6,75	1,39
III a	5,25	6	1,23
III b	4,5	5,25	1,06
IV a	3,75	4,5	0,90
IV b	3	3,75	0,74
V a	2,25	3	0,57
V b	1,5	2,25	0,41
VI a	1	1,5	0,27
VI b	0,5	1	0,16
VII	0	0,5	0,05

Tabla 69: Coeficiente de corrección de la productividad m³/ha año de los itinerarios en función de la calidad de la estación forestal. Fuente IDAE Estudio Técnico PER 2011-20 (2010).

Para obtener la biomasa teóricamente aprovechable (ya que no toda la biomasa se extrae del monte y existen usos alternativos que pueden ser más rentables), en el caso de las coníferas se consideró que hasta la clase diamétrica de 15 cm (12,5 cm a 17,5 cm) todo se dedica a biomasa; a partir de esa clase, el fuste tiene otras aplicaciones más rentables, por lo que sólo las copas se dedican a este aprovechamiento. De este modo se obtuvo el valor de biomasa y el incremento de biomasa de las fracciones correspondientes y aplicando el turno teórico a cada especie resultó el valor de la **biomasa residual anual aprovechable**.

Las Clases superiores IIa y IIb las encontramos únicamente en formaciones arboladas densas de la Sierra de Albarracín sobre terrenos de moderadas pendientes y extensión y en general nos encontramos con formaciones con valores de ponderación inferiores a la unidad.

13.5.4 Poder calorífico de las principales especies forestales turolenses

	Humedad en el momento de la corta	Poder calorífico superior humedad MJ/kg (media)
<i>Pinus pinaster</i> (ramas)	35-50	21,1
<i>Pinus pinaster</i> (madera)	40-50	20,7
<i>Pinus halepensis</i> (ramas)	30-45	20,8
<i>Pinus halepensis</i> (madera)	38-48	20,4
<i>Pinus sylvestris</i> (ramas)	35-50	21,1
<i>Pinus nigra</i> (ramas)	35-50	20,6
<i>Populus sp</i> (ramas)	40-50	19,4
<i>Quercus pirenaica</i> (ramas)	35-45	19,2
<i>Quercus pirenaica</i> (en rollo)	38-50	19,1
<i>Quercus ilex</i> (ramillas)	40	18,5
<i>Quercus ilex</i> (madera)	40	18,2
<i>Quercus ilex</i> (desbroce)	40	19,2

Tabla 70: Poder calorífico de las principales especies forestales turolenses. Fuente IDAE Estudio Técnico PER 2011-20 (2010).

13.5.5 Coeficiente medio de cortas

Este coeficiente nos informa de la proporción aproximada del aprovechamiento de esta especie que puede tener destino para madera y que por ejemplo en las formaciones del género *Quercus* de baja-media calidad es prácticamente de cero. Esto supone que prácticamente el 100 % de los aprovechamientos se puede destinar a biomasa si bien se puede diferenciar para estas especies el aprovechamiento para leña, que tiene una importante demanda, del de biomasa propiamente. El **máximo en la provincia de Teruel para especies como el pino rodeno y para el silvestre**, sin ser tampoco excesivamente altos por situarse estas especies generalmente en buenas estaciones y contar con buenos crecimientos y buena calidad de los fustes. En **situación intermedia se sitúan especies como los pinos carrasco y rodeno donde**

la variabilidad de calidad de la madera es más amplia y da lugar a grandes diferencias.

Especie	Diámetro superior fracción de biomasa	CCA Coeficiente de cortas actuales de madera España interior/Teruel
<i>Pinus halepensis</i>	< 20 centímetros	35/ (10,4-16,3%)
<i>Pinus nigra</i>	< 7 centímetros	30/ (19,6-23,3%)
<i>Pinus sylvestris</i>	< 7 centímetros	30/(29,6-33,3%)
<i>Pinus pinaster</i>	< 20 centímetros	40/ (30,8-43,6%)
<i>Quercus pirenaica</i>	Todo	5 /
<i>Quercus faginea</i>	Todo	---/ (5,6-15,9%)
<i>Quercus ilex</i>	Todo	---/ (2,8-4,8)
<i>Populus alba</i>	< 7 centímetros	5
<i>Populus nigra</i>	< 7 centímetros	5
<i>Populus canaedensis</i>	< 7 centímetros	60 / (29,6%)

Tabla 71: Coeficiente de cortas actuales de madera de las principales especies arbóreas de la provincia de Teruel presentando la media del interior de España y los datos del Inventario Forestal Nacional de Teruel.

Este coeficiente se ha aplicado a la superficie forestal que está siendo gestionada por sus propietarios y sus productos están siendo vendidos a industrias forestales, **considerándose que sólo serán aprovechados como biomasa los restos de los aprovechamientos forestales con fines maderables o los productos no maderables obtenidos en las distintas operaciones dentro del itinerario selvícola.** Para las superficies forestales que actualmente no se encuentran en producción, se ha evaluado la cantidad de biomasa extraíble a través de una correcta selvicultura y aprovechamiento por árbol completo dado que su destino único sería la valorización biomásica.

13.5.6 Estimación de la biomasa forestal accesible y disponible

La biomasa accesible resulta de **aplicar a la biomasa potencial total restricciones ecológicas, económicas y de mecanización** eliminando de la superficie potencial total aquellas superficies con limitaciones en su aprovechamiento entre las que destacan las siguientes:

- **Limitaciones por figuras de protección.** En general se tiene principalmente en cuenta la pertenencia a **Parque Nacional o Parque Natural** si bien se ha de tener muy en cuenta que para su conservación las limitaciones de aprovechamientos podrían ir en contra de la misma.. Precisamente se ha tratado un capítulo de este trabajo exclusivamente a esta consideración pues precisamente la puesta en valor de la biomasa puede facilitar la gestión en estos espacios protegidos. Por ello **no se van a excluir estas superficies y como mucho se limitará algo los aprovechamientos de menor valor añadido y que tengan que competir económicamente con otras fuentes de biomasa que no necesiten tantos cuidados.** Ligar estos aprovechamientos a proyectos de apoyo local o comarcal para la conservación de los espacios protegidos.
- En otros ámbitos geográficos se ha adoptado un **umbral de protección del arbolado y frente a la explotación por temas de altitud que se ha fijado en unos 1.700 m.** En general se tendrá en cuenta esta limitación pero en casos concretos puede afectar a formaciones densas donde puede existir un gran potencial de mejora de las mismas apoyada en la movilización de la biomasa y entonces **si las condiciones de explotación de estos montes es favorable no se deberán limitar estos aprovechamientos.**
- También hay importantes **limitaciones por problemas de pendiente y con respecto a este factor se ha puesto un límite del 30 % que se mantendría salvo para algunas excepciones en terrenos de gran portabilidad y baja escabrosidad donde se puede incrementar hasta incluso el 50 %.** Hay que tener también presente que en algunas laderas de pendiente entre el 30 y el 60% se podría trabajar con cable aéreo u otros sistemas que pudieran preservar el terreno y cuando sea interesante realizar trabajos selvícolas para favorecer la mejora y conservación de estas formaciones frente a los riesgos de incendios, plagas, etc.
- También se debe aplicar **un coeficiente de recogida de la biomasa** que recoge la eficacia en la ejecución de este trabajo que dependerá principalmente de la pendiente del terreno, su escabrosidad, el tipo de restos generado, etc. Para este coeficiente se toma **un valor medio del 65%** (porcentaje final de restos que se extrae de las masas tras cada tratamiento, **dejando el resto en el monte por motivos ecológicos y operativos.**)

13.6 Estimación de la biomasa forestal disponible de este estudio.

13.6.1 Definición

La biomasa forestal disponible queda definida como aquella biomasa accesible que no tiene un uso maderero, es decir, que **no entra en competencia con las cortas madereras que se llevan a cabo en la**

actualidad y que cuenta con una rentabilidad económica. Para su cálculo se debe aminorar la biomasa disponible con la ayuda de un **coeficiente medio de cortas actuales de madera que tiene cada una de las distintas especies y que se ha estudiado territorialmente a nivel nacional.**

13.6.2 Las limitaciones por pendiente.

En el cálculo de la biomasa total aprovechable se aplican unos **coeficientes reductores de recogida en función de la pendiente media de cada tesela**; resultado de diversas consideraciones sobre funciones ecológicas, erosivas y de dificultad de mecanización.

Pendiente media	Biomasa aprovechable	Coeficiente
$P \leq 12,5 \%$	60 % de la biomasa real	0,6
$12,5 \% < P \leq 25\%$	50 % de la biomasa real	0,5
$25 \% < P \leq 35\%$	40 % de la biomasa real	0,4

Tabla 72 : Coeficientes reductores de aprovechamiento de la biomasa por la pendiente.

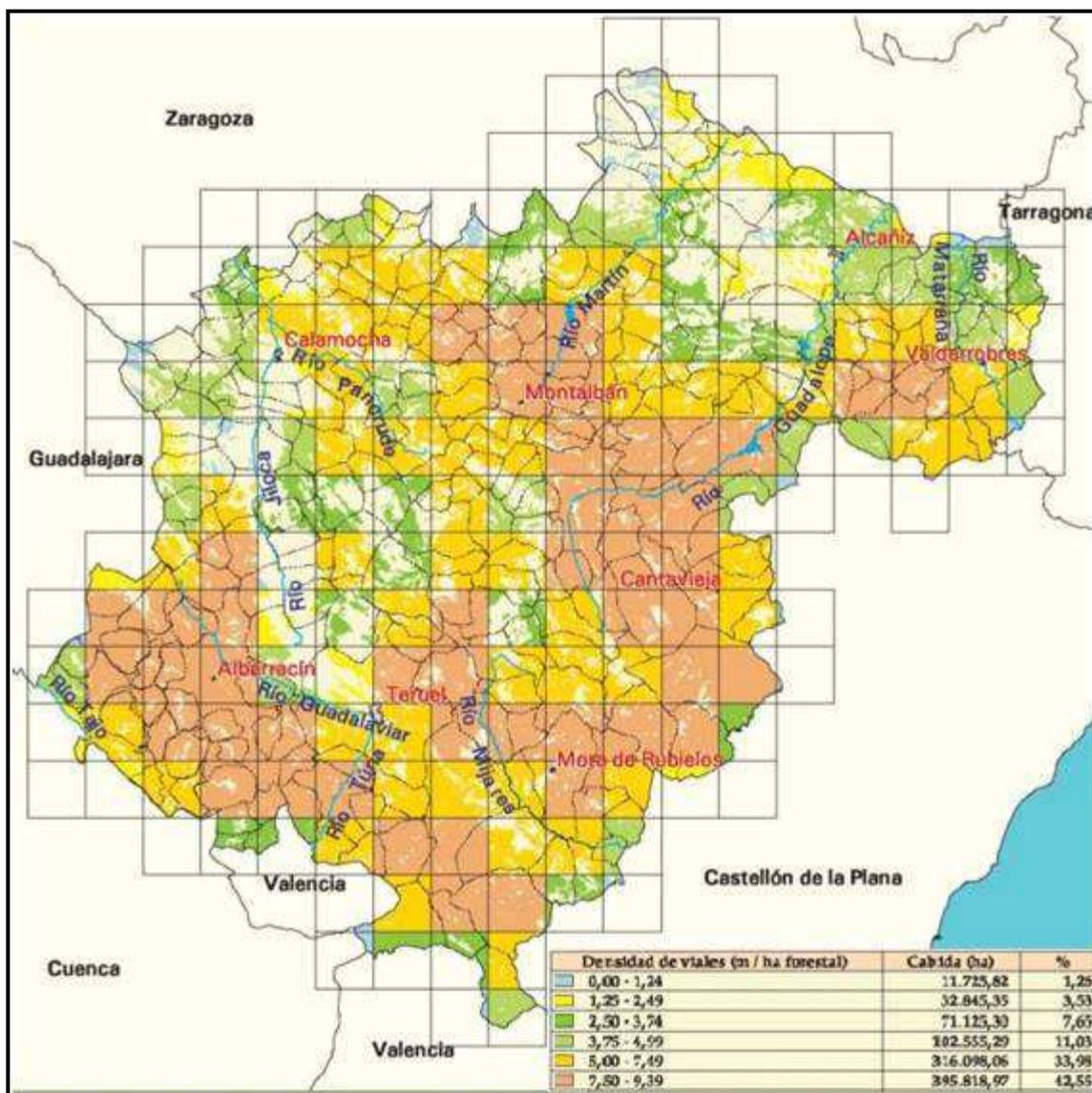
Formación forestal dominante	0-12 %	12 -25 %	25-35%	>35%
<i>Pinus sylvestris</i>	43,6	33,0	16,2	7,2
<i>Pinus halepensis</i>	44,7	36,6	13,4	5,3
<i>Pinus nigra</i>	32,5	32,4	19,0	16,1
<i>Pinus pinaster</i>	45,2	34,3	15,6	4,9
<i>Quercus ilex</i>	44,2	32,1	14,2	9,5
<i>Quercus faginea</i>	45,0	33,7	14,1	7,2
<i>Populus sp</i>	90,1	6,7	2,1	0,1

Tabla 73: Porcentaje de formaciones forestales dominantes por intervalo de pendiente Teruel.

13.6.3 Limitaciones por rentabilidad económica.

Por razones económicas **únicamente se consideran aprovechables aquellas masas con FCC fracción de cabida cubierta arbórea igual o mayor al 50%**. A ello hay que añadir la consideración de la densidad de viales por hectárea que presenta el monte en cuestión y como se observa en

el mapa inferior la provincia de Teruel en líneas generales presenta una densidad relativamente adecuada con la excepción de las formaciones de pino carrasco de las altitudes menores y más próximas a la Depresión del Ebro. No obstante el estado actual de las mismas obliga a su mejora general.



Mapa 3 :Densidad de viales forestales en áreas forestales por metros lineales por hectáreas, datos del III Inventario Forestal Nacional de Teruel.

13.7 Superficies forestales consideradas.

Se ha diferenciado siete tipos de superficie forestal. En primer lugar, la de **monte mediterráneo de las dos principales especies del género *Quercus***, en donde se ha aplicado un **modelo de producción de leñas** basado en la distribución diamétrica de los pies existentes y los tratamientos

selvícolas requeridos para el mantenimiento y mejora de la superficie forestal. En segundo lugar, la de **las formaciones forestales de las cuatro principales especies de pinos presentes en la provincia de Teruel, para las cuales la biomasa se derivaría de las labores selvícolas que implican corta de árboles** (claras, cortas de regeneración, etc), **evaluando la fracción para biomasa de cada una de ellas.**

No se han considerado las siguientes teselas para la estimación de la biomasa y que son:

- Las que tienen un **uso no forestal** (agrícola, artificial, humedal, agua).
- Las teselas con **Fracción de cabida cubierta total arbórea y de matorral conjuntas menores del 75 %** (FCC Total < 75%), premisa de partida que se justifica desde el punto de vista de la rentabilidad y protección al suelo frente a riesgos erosivos.
- Se han eliminado todas las teselas cuya **FCC Arbórea sea < 20%**.
- **Parques Nacionales** (se ha eliminado la tesela que tenga más de un 25% de su superficie afectada), ya que el Plan Director de la Red de Parques Nacionales recomienda la preservación de los recursos.
- Todos los terrenos con una **pendiente > 35%**
- Sólo se han considerado, **a nivel nacional, las especies de interés forestal, es decir, aquellas que producen un mínimo de 50.000 m³ /año** de madera según el Anuario de Estadística Agraria o que la **superficie que ocupan superen las 10.000 ha** según los datos del IFN. En nuestro caso y pese a contar con más de 10.000 hectáreas no se han tenido en cuenta las formaciones de enebrales y sabinares por el moderado crecimiento de las mismas y por ser objeto de una gestión muy singular para la que no hay muchas experiencias.

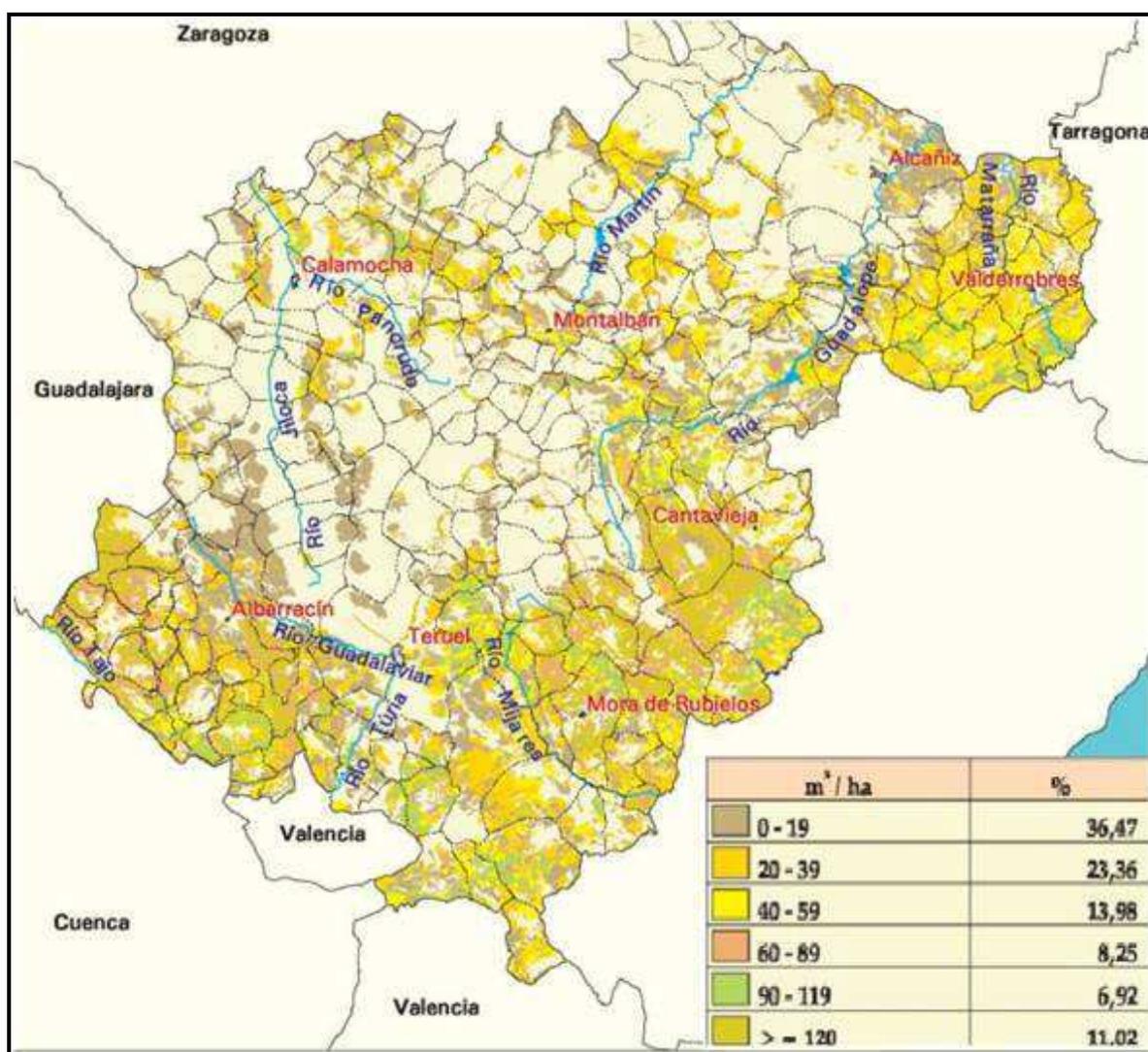
Superficies por formación forestal dominante con FCC > 40%

Especie	Superficie hectáreas	Especie	Superficie hectáreas
<i>Pinus sylvestris</i>	80.000 has	<i>Quercus ilex</i>	48.500 has
<i>Pinus halepensis</i>	72.500 has	<i>Quercus faginea</i>	18.065 has
<i>Pinus nigra</i>	49.250 has	<i>Quercus achaparrado</i>	24.000 has
<i>Pinus pinaster</i>	22.500 has	Plantación <i>Populus sp</i>	2.500 has
<i>Re poblaciones Pinus</i>	6.200 has	Genero <i>Juniperus</i>	30.000 has

Tabla 74: Superficie total de las distintas formaciones forestales por especies dominantes de la provincia de Teruel. Fuente IFN 3.

13.9 Volumen con corteza por hectárea de todas las especies en la provincia de Teruel.

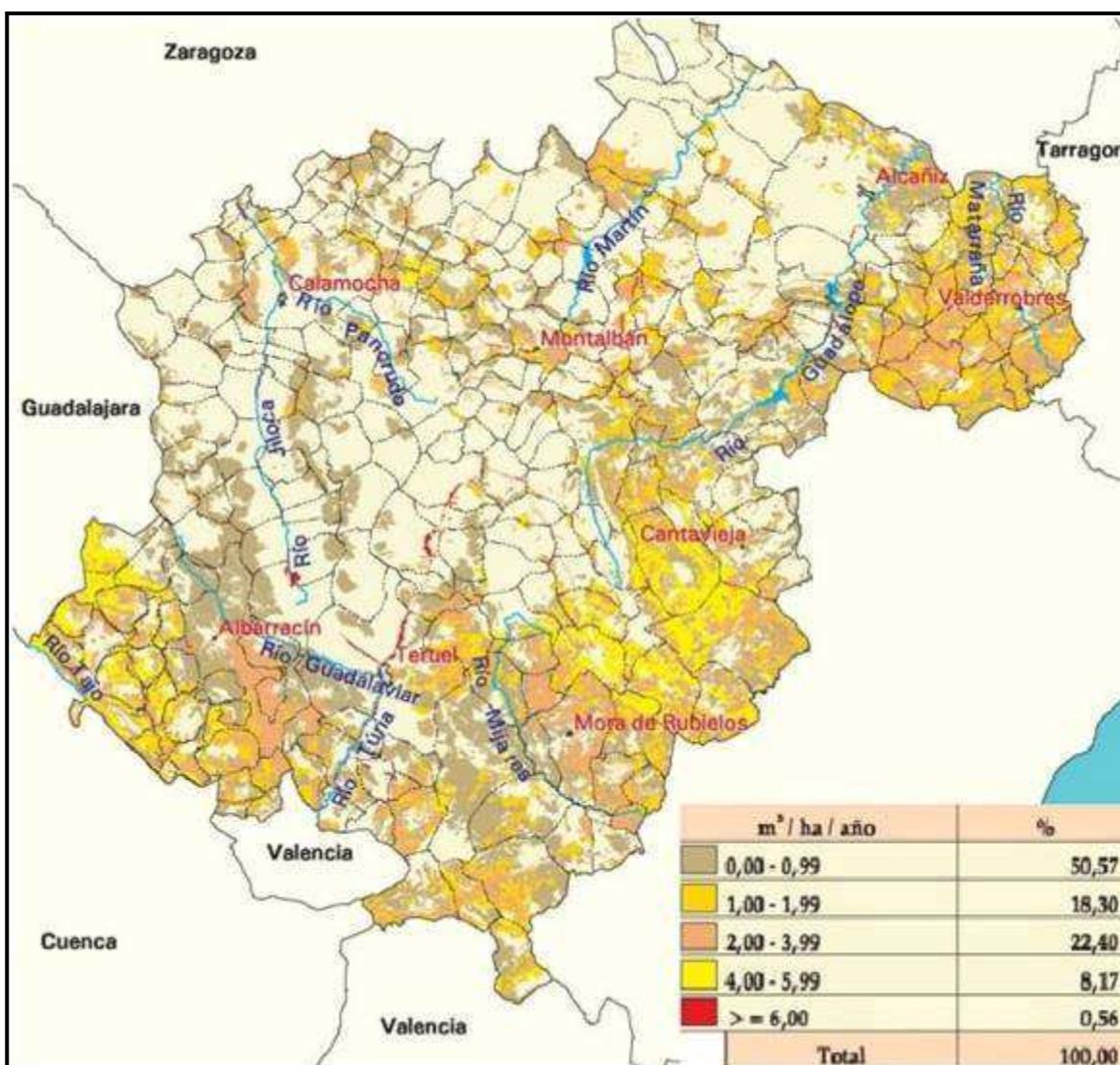
Como se puede observar en el mapa inferior de volumen en metros cúbicos de madera con corteza por hectárea de la provincia de Teruel las áreas que más destacan son las de pino silvestre tanto de la Sierra de Gudar-Javalambre como las de la Sierra de Albarracín. En segundo lugar destacan las formaciones de pino rodeno y las mixtas de pino salgareño y pino silvestre. En tercer lugar estarían las de pino salgareño más puras conjuntamente con las más densas y de mayor vigor del pino carrasco y en último lugar se encontrarían las de pino carrasco más próximas a la depresión del Ebro. Las formaciones del género *Quercus* presentan unas bajas existencias actualmente principalmente por el porte de poca altura de sus manifestaciones.



Mapa 5 :Volumen con corteza por hectárea de todas las especies arbóreas de Teruel.

13.10 Crecimiento por hectárea de las principales formaciones arbóreas de la provincia de Teruel.

Como se puede observar en el mapa siguiente relativo al incremento de volumen con corteza de madera de las principales formaciones de Teruel nos encontramos con que en relación al crecimiento, con excepción de las choperas que tienen los mayores crecimientos relativos, nos encontramos con que los pinares de silvestre y posteriormente los de salgareño y rodeno presentan los mayores valores. Los menores valores los tienen los pinares de carrasco más próximos a la cuenca del Ebro y en un nivel netamente inferior las formaciones de encinares y quejigares que se distribuyen por toda la mitad sur y oeste de la provincia de Teruel.



Mapa 6 :Incremento Volumen con corteza por hectárea de todas las especies arbóreas de la provincia de Teruel.

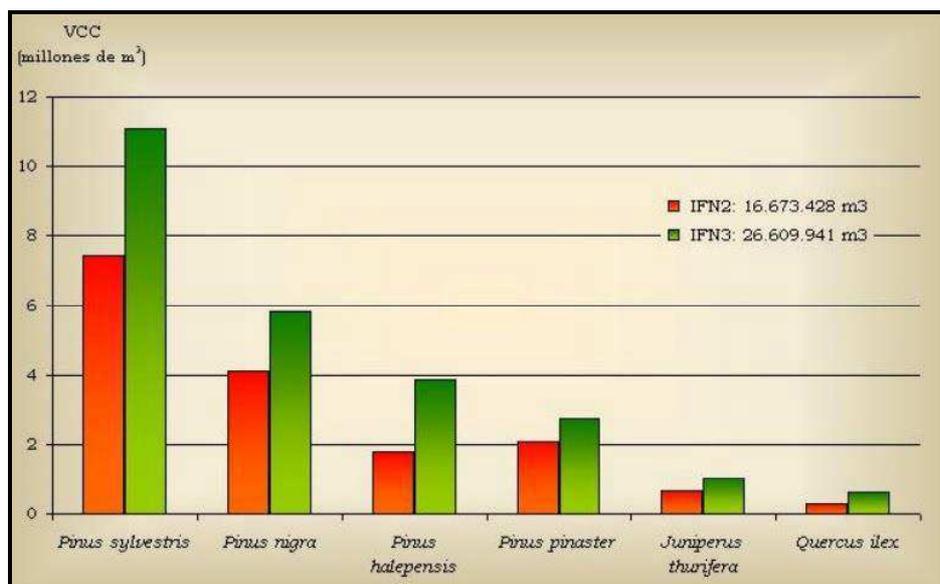


Gráfico 19 :Incremento de las existencias entre el IFN 3 y el IFN 2 de Teruel. Fuente IFN 3.

Especie	IFN2 (m³)	IFN3 (m³)	IFN3 - IFN2 (m³)	IFN3 / IFN2
<i>Pinus sylvestris</i>	7.413.481	11.069.691	3.656.210	1,49
<i>Pinus nigra</i>	4.109.194	5.831.841	1.722.647	1,42
<i>Pinus halepensis</i>	1.800.675	3.862.298	2.061.623	2,14
<i>Pinus pinaster</i>	2.071.520	2.745.976	674.456	1,33
<i>Juniperus thurifera</i>	675.036	1.041.308	366.272	1,54
<i>Quercus ilex</i>	296.529	630.882	334.353	2,13
Todas las especies	16.673.428	26.609.941	9.936.513	1,60

Tabla 75: Evolución de las existencias madereras por especie principal en la provincia de Teruel entre el IFN 3 y el IFN 2. Fuente IFN 3.

El incremento de las existencias entre el IFN 3 y el IFN 2 de la provincia de Teruel y que ilustra de forma extraordinaria el gráfico anterior nos revela que en los montes turolenses en los últimos tiempos por el descenso de los aprovechamientos forestales está habiendo una importante capitalización en las masas arboladas y también se están incrementando las superficies pobladas por arbolado. Ello tiene un lado muy positivo de incremento de existencias y recursos pero uno malo de incremento de las concentraciones de combustibles en los montes y de continuidad de las formaciones. En el caso de la encina y del pino carrasco las existencias se han multiplicado por más de dos veces en el periodo transcurrido entre inventarios.

13.11 Datos medios de las principales formaciones densas por especie principal por estratos del IFN 3.

Como se observa en la tabla inferior son con diferencia las especies de pinares densos y el chopo las que presentan los mayores crecimientos y nivel de existencias en los montes turolenses. Las formaciones del género *Quercus* presentan unos crecimientos muy moderados lo que disminuye mucho su potencial de extracción sostenible tanto de biomasa como de leñas. En las formaciones de coníferas se diferencia entre formaciones especialmente densas de fustal (estratos 01, 07, 04 y 10) de las de Latizal o Fustal-latizal y en algunos casos mezcla. En general la dureza del clima y de los suelos hace que sean relativamente modestos los crecimientos y las existencias de las formaciones arboladas de Teruel, aún de las masas más densas.

Especie	Estrato	Nº de pies	AB	VCC	IAVC
<i>Pinus sylvestris</i>	01	833	25,6	143,9	4,2
<i>Pinus sylvestris</i>	02	430	14,5	72,3	2,3
<i>P sylvestris y nigra</i>	12	380	10,8	45,5	1,8
<i>Pinus nigra</i>	07	757	19,2	93,9	2,8
<i>Pinus nigra</i>	08	471	11,9	52,6	1,7
<i>P nigra y sylvestris</i>	12	389	10,0	50,1	1,5
<i>Pinus halepensis</i>	04	667	15,1	57,5	2,6
<i>Pinus halepensis</i>	05	373	8,9	32,5	1,5
<i>Pinus pinaster</i>	10	674	25,8	131,6	3,7
<i>Pinus pinaster</i>	11	330	13,0	60,0	1,9
<i>Quercus ilex</i>	18	407	4,3	9,1	0,25
<i>Quercus ilex</i>	19	360	4,0	8,1	0,23
<i>Quercus faginea</i>	17	475	4,9	12,6	0,42
<i>Quercus faginea</i>	24	118	1,0	1,9	0,10
<i>Populus sp</i>	25	312,2	18,3	166	6,5
<i>Populus sp</i>	26	150	12,3	70,7	3,1

Tabla 76: Datos medios de los estratos de las principales especies forestales con recursos madereros y biomásicos de la provincia de Teruel. Fuente IFN 3.

13.12 Itinerarios selvícolas medios para el aprovechamiento de restos y árboles completos procedentes de tratamientos selvícolas y cortas a llevar a cabo en masas forestales.

A continuación se presentan los datos medios de posibilidad que se han obtenido del análisis integral de los datos de innumerables datos de campo de tratamientos sobre las principales especies arbóreas susceptibles de aprovechamiento biomásico de la provincia de Teruel analizando las posibilidades para las tres principales posibilidades de restos biomásicos aprovechables.

Especie	Tratamiento Monte PRV privado PU Público	Diámetro medio	Posibilidad <7cms (ton/ha años)	Posibilidad < 20 cms (ton/ha años)	Posibilidad Árbol completo (ton/ha años)
<i>Pinus halepensis</i>	Entresaca PRV	28	1,18	2,46	2,46
<i>Pinus halepensis</i>	Clareo PU	7,00	0,02	0,02	0,02
<i>Pinus halepensis</i>	1ª Clara PU	13,45	0,04	0,09	0,09
<i>Pinus halepensis</i>	2ª Clara PU	25,15	0,09	0,09	0,20
<i>Pinus halepensis</i>	Corta final 1 PU	36,80	0,27	0,27	0,55
<i>Pinus halepensis</i>	Corta final 2 PU	42,55	0,19	0,19	0,38
<i>Pinus nigra</i>	Entresaca PU	25	0,88	0,88	2,58
<i>Pinus nigra</i>	Clareo Pu	7,00	0,02	0,02	0,02
<i>Pinus nigra</i>	1 clara Pu	22,00	0,12	0,12	0,36
<i>Pinus nigra</i>	2 clara Pu	29,00	0,13	0,13	0,39
<i>Pinus nigra</i>	Corta final 1 Pu	37,00	0,29	0,29	0,85
<i>Pinus nigra</i>	Corta final 2 Pu	40,00	0,18	0,18	0,52
<i>Pinus sylvestris</i>	Clareo Pu/Pr	7	0,04	0,04	0,04
<i>Pinus sylvestris</i>	1 clara Pu/Pr	24	0,15	0,49	0,49
<i>Pinus sylvestris</i>	2 clara Pu/Pr	33	0,13	0,13	0,56

Especie	Tratamiento Monte PRV privado PU Público	Diámetro medio	Posibilidad <7cms (ton/ha años)	Posibilidad < 20 cms (ton/ha años)	Posibilidad Árbol completo (ton/ha años)
<i>Pinus sylvestris</i>	Corta final 1 Pu/Pr	43	0,20	0,20	1,22
<i>Pinus sylvestris</i>	Corta final 2 Pu/Pr	47	0,11	0,11	0,76
<i>Pinus pinaster</i>	Clareo Pu/Pr	7	0,02	0,02	0,02
<i>Pinus pinaster</i>	1 clara Pu/Pr	22,4	0,10	0,50	0,50
<i>Pinus pinaster</i>	2 clara Pu/Pr	30,9	0,08	0,45	0,45
<i>Pinus pinaster</i>	Corta final 1 Pu/Pr	38,7	0,15	0,93	0,93
<i>Pinus pinaster</i>	Corta final 2 Pu/Pr	43,4	0,10	0,62	0,62
<i>Quercus pyrenaica</i>	Resalveo Pu	9,7	2,17	2,17	2,17
<i>Quercus pyrenaica</i>	Matarrasa Pr	12,5	2,73	2,73	2,73
<i>Quercus faginea</i>	Resalveo Pu	9,7	1,19	1,19	1,19
<i>Quercus faginea</i>	Matarrasa Pr	12,5	2,73	2,73	2,73
<i>Quercus ilex</i>	Resalveo Pu	9,7	1,94	1,94	1,94
<i>Quercus ilex</i>	Matarrasa Pr	12,5	2,73	2,73	2,73
<i>Populus alba</i>	Corta final 1 Pu/Pr	38	2,82	10,52	10,52
<i>Populus nigra</i>	Corta final 1 Pu/Pr	38	2,82	10,52	10,52
<i>Populus canadensis</i>	Corta final 1 Pu/Pr	38	2,82	10,52	10,52

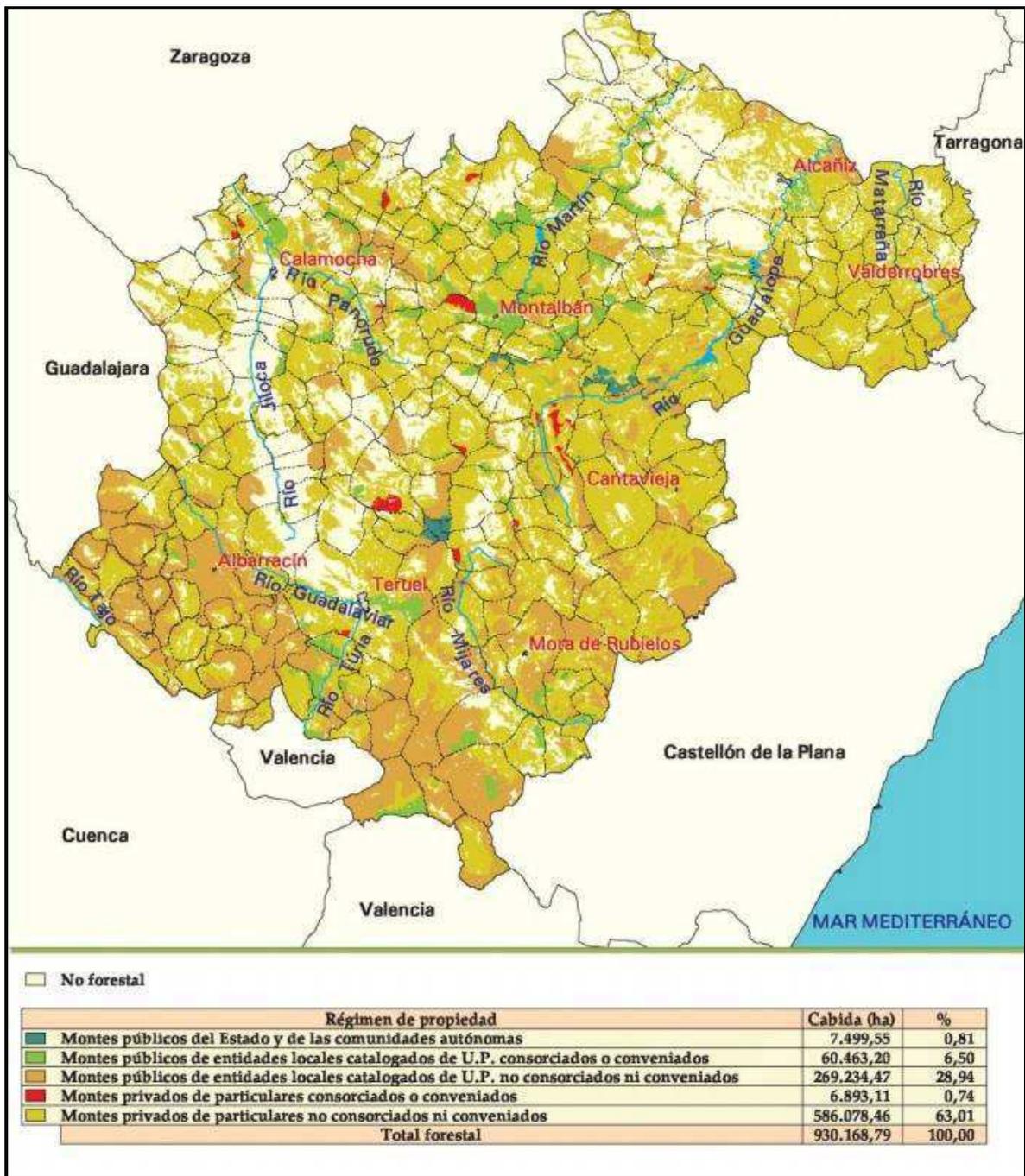
Tabla 77: Itinerarios selvícolas medios distintas formaciones forestales susceptibles de aprovechamiento biomásico de la provincia de Teruel. Fuente IDAE.

13.13 Propiedad de los montes turolenses.

Si observamos los datos y el mapa relativo a la propiedad de los montes de la provincia de Teruel podemos fijarnos en varios detalles de gran importancia como son que las formaciones de pino silvestre son mayoritariamente privadas en la Sierra de Gudar y en cambio tienen una mayor propiedad pública en la Sierra de Albarracín. Las formaciones de pino rodeno son mayoritariamente de titularidad pública también con una clara diferencia entre la Sierra de Albarracín y el resto del territorio con mayor participación privada. El resto de especies tienen una mayor proporción de propiedad privada que pública y también destacan las superficies consorciadas y repobladas de propiedad municipal con especies de pinar ya sea pino carrasco, principalmente, o salgareño. Buena parte de las formaciones naturales de pino carrasco y las que presentan mejores densidades son mayoritariamente de propiedad privada. También las formaciones de encinar y quejigar son mayoritariamente privadas. La mayor proporción de formaciones privadas puede suponer a priori algo más de dinamismo en la explotación de los montes pero la atomización de la propiedad perjudica la viabilidad de los aprovechamientos.

Formación forestal dominante	Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas	Montes públicos de entidades locales catalogados de U.P. consorciados o conveniados	Montes públicos de entidades locales catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	Montes privados de particulares consorciados o conveniados	Montes privados de particulares no consorciados ni conveniados
Pinus sylvestris	656,49	1.605,84	48.461,54	201,02	43.128,05
Pinus halepensis	164,42	12.375,29	14.408,97	664,01	68.075,09
Pinus nigra	1.747,38	11.873,01	31.132,22	896,59	19.597,01
Pinus pinaster	0,20	2.239,46	16.547,75	86,87	5.830,55
Pinus sylvestris con Pinus nigra	557,29	4.886,68	14.151,32	421,86	12.774,42
Plantaciones de pinos	1.388,67	4.618,71	5.282,85	937,75	8.953,15
Juniperus thurifera y Juniperus thurifera con otras especies	417,79	2.878,17	34.212,39	501,88	38.101,00
Quercus faginea y Quercus faginea con Pinus pinaster	25,94	882,95	8.567,20	103,91	13.485,50
Quercus ilex y Quercus ilex con otras especies	480,96	2.333,59	13.239,89	261,38	44.170,74
Monte achaparrado de Quercus ilex y Quercus faginea	98,45	2.093,70	14.382,96	212,24	29.258,05
Plantaciones de Populus spp.	142,66	253,47	90,68	18,15	2.760,94
Árboles fuera del monte, ribera arbolada	218,83	194,65	572,83	8,57	4.391,88
Matorral con arbolado ralo y disperso	516,15	2.015,63	13.351,79	95,12	22.409,33
Total	6.415,23	48.251,15	214.402,39	4.409,36	312.935,72

Tabla 78: Tipo de propiedad forestal para las distintas especies forestales de la provincia de Teruel. Fuente IFN 3.



Mapa 7: Tipo de propiedad de los terrenos de naturaleza forestal de la provincia de Teruel. Fuente: IFN3.

13.14 Aproximación al potencial de movilización de biomasa forestal en las distintas formaciones arboladas densas de Teruel.

13.14.1 Metodología de cálculo.

A continuación se ha llevado a cabo una aproximación a la potencial movilización de biomasa forestal en función de los tratamientos selvícolas medios a ejecutar en las distintas masas forestales en los próximos 20 años. Se propone una actuación en las superficies densas y con buenas condiciones de pendiente y sin importantes limitaciones ambientales, de rocosidad etc. Para estas estimaciones se ha tenido muy en cuenta toda la información dada en el Tercer Inventario Nacional en lo que respeta a las condiciones medias de las formaciones arboladas densas de las distintas especies (pendiente media), el porcentaje medio de toneladas de biomasa verde que se generan por metro cúbico de madera extraída y un porcentaje de la superficie de cada especie que se considera podría ser objeto de un aprovechamiento en los próximos 20 años.

13.14.2 Productividad potencial de biomasa anual aprovechable en formaciones densas de Pino silvestre.

Para una selvicultura media y sostenible.

Se propone actuación para los próximos 20 años, ya sean claras o cortas finales en varias fases, donde se considera que se podrían extraer unos de 50 metros cúbicos por hectárea (el crecimiento medio de un pinar de silvestre denso en este periodo es de entre 64 y 84 metros cúbicos). Hemos estimado que por cada metro cúbico de madera movilizada se generarían 0,20 toneladas verdes de biomasa. Se ha considerado que un 80% de las formaciones de pinar de silvestre tienen suficiente densidad para poder ser objeto de un tratamiento selvícola intenso que justificaría un aprovechamiento biomásico.

Productividad = (50 metros cúbicos x 0,8 x 0,874 x 0,20)/20 años= **0,344**
Toneladas verdes por hectárea y año.

Tenemos un 7,2 % de la superficie con más del 35% y un tercio del grupo entre el 20 y el 35% 5,4% = 12,6% que vamos a excluir por temas de pendiente y pedregosidad. (Coeficiente 0,874)

Para un selvicultura intensiva

La segunda opción sería considerar que dada la cierta capitalización de existencias que pueda haber en esta especie conjuntamente con la necesidad de renovar formaciones que ya se encuentren cerca de su turno se opte por un aprovechamiento más intenso y se lleven los aprovechamientos al máximo de crecimiento de estas formaciones que se puede establecer en unos 74 metros cúbicos por hectárea para este periodo.

Productividad = 74 x 0,344 / 50 = **0,51** Toneladas verdes/(ha y año)

13.14.3 Productividad potencial de biomasa anual aprovechable en formaciones densas de Pino salgareño.

Para una selvicultura media y sostenible.

Se propone una actuación para los próximos 20 años, ya sean claras o cortas finales en varias fases, donde se podrían extraer unos de 35 metros cúbicos por hectárea (el crecimiento medio de un pinar de salgareño en este periodo es de entre 45 y 56 metros cúbicos). Hemos estimado que por cada metro cúbico de madera movilizada se generarían 0,25 toneladas verdes de biomasa. Se ha considerado que un 70 % de las formaciones de pinar de salgareña tienen suficiente densidad para poder ser objeto de un tratamiento selvícola intenso que justificaría un aprovechamiento biomásico.

Productividad = (35 metros cúbicos x 0,7 x 0,776 x 0,25)/20= **0,233**
Toneladas verdes por hectárea y año.

Tenemos un 16,1 % de la superficie con más del 35% y un tercio del grupo entre el 20 y el 35% 6,3 % = 22,4 % que vamos a excluir por temas de pendiente y pedregosidad. (Coeficiente 0,776)

Para un selvicultura intensiva

La segunda opción sería considerar que dada la cierta capitalización de existencias que pueda haber en esta especie conjuntamente con la necesidad de renovar formaciones que ya se encuentren cerca de su turno se opte por un aprovechamiento más intenso y se lleven los aprovechamientos al máximo de crecimiento de estas formaciones que se puede establecer en unos 55 metros cúbicos por hectárea para este periodo.

Productividad = 55 x 0,233 / 35 = **0,366** Toneladas verdes/(ha y año)

13.14.4 Productividad potencial de biomasa anual aprovechable en formaciones densas de Pino rodeno.

Para una selvicultura media y sostenible.

Se propone una actuación en para los próximos 20 años, ya sean claras o cortas finales en varias fases, donde se podrían extraer unos de 45 metros cúbicos por hectárea (el crecimiento medio de un pinar de salgareño en este periodo es de entre 56 y 74 metros cúbicos). Hemos estimado que por cada metro cúbico de madera movilizada se generarían 0,32 toneladas verdes de biomasa. Se ha considerado que un 80 % de las formaciones de pinar de rodeno tienen suficiente densidad para poder ser objeto de un tratamiento selvícola intenso que justificaría un aprovechamiento biomásico.

Productividad = $(45 \text{ metros cúbicos} \times 0,8 \times 0,899 \times 0,32)/20 = \mathbf{0,52}$ Toneladas verdes por hectárea y año.

Tenemos un 4,9 % de la superficie con más del 35% y un tercio del grupo entre el 20 y el 35% $5,2 \% = 10,1 \%$ que vamos a excluir por temas de pendiente y pedregosidad. Coeficiente 0,899

Para un selvicultura intensiva

La segunda opción sería considerar que dada la cierta capitalización de existencias que pueda haber en esta especie conjuntamente con la necesidad de renovar formaciones que ya se encuentren cerca de su turno se opte por un aprovechamiento más intenso y se lleven los aprovechamientos al máximo de crecimiento de estas formaciones que se puede establecer en unos 55 metros cúbicos por hectárea para este periodo.

Productividad = $65 \times 0,52 / 45 = \mathbf{0,75}$ Toneladas verdes por hectárea y año.

13.14.5 Productividad potencial de biomasa anual aprovechable en formaciones densas de Pino carrasco.

Para una selvicultura media y sostenible.

Se propone una actuación para los próximos 20 años, ya sean claras o cortas finales en varias fases, donde se podrían extraer unos de 30 metros cúbicos por hectárea (el crecimiento medio de un pinar de carrasco en este periodo es de entre 41 y 52 metros cúbicos). Hemos estimado que por cada metro cúbico de madera movilizada se generarían 0,75 toneladas verdes de biomasa. Se ha considerado que un 50 % de las formaciones de pinar de carrasco tienen suficiente densidad para poder ser objeto de un tratamiento selvícola intenso que justificaría un aprovechamiento biomásico.

Productividad = $(30 \text{ metros cúbicos} \times 0,5 \times 0,902 \times 0,75)/20 = \mathbf{0,50}$ Toneladas verdes por hectárea y año.

Tenemos un 5,3 % de la superficie con más del 35% y un tercio del grupo entre el 20 y el 35% $4,5 \% = 9,8 \%$ que vamos a excluir por temas de pendiente y pedregosidad. Coeficiente de 0,90

Para un selvicultura intensiva

La segunda opción sería considerar que dada la cierta capitalización de existencias que pueda haber en esta especie conjuntamente con la necesidad de renovar formaciones que ya se encuentren cerca de su turno se opte por un aprovechamiento más intenso y se lleven los aprovechamientos al máximo de crecimiento de estas formaciones que se puede establecer en unos 46 metros cúbicos por hectárea para este periodo.

Productividad = $46 \times 0,50 / 30 = 0,77$ Toneladas verdes por hectárea y año.

13.14.6 Productividad potencial de biomasa anual aprovechable en formaciones densas de encinar.

Para una selvicultura media y sostenible.

Se propone una actuación para los próximos 20 años, ya sean claras o cortas finales en varias fases, donde se podrían extraer unos 10 metros cúbicos por hectárea (el crecimiento medio de un encinar en este periodo es de unos 5 metros cúbicos). Se seleccionaría mucho las formaciones más densas que podrían ser objeto de estos tratamientos que se reducirían al 20 % de las formaciones. Hemos estimado que por cada metro cúbico de madera movilizada se generarían 0,80 toneladas verdes de biomasa, las leñas se incluirían como biomasa. Se ha considerado que un 20 % de las formaciones de encinar tienen suficiente densidad para poder ser objeto de un tratamiento selvícola intenso que justificaría un aprovechamiento biomásico.

Productividad = $(10 \text{ metros cúbicos} \times 0,2 \times 0,858 \times 0,80) / 20 = 0,046$ Toneladas verdes por hectárea y año.

Tenemos un 9,5 % de la superficie con más del 35 % y un tercio del grupo entre el 20 y el 35 % $4,7 \% = 14,2 \%$ que vamos a excluir por temas de pendiente y pedregosidad.

13.14.7 Productividad potencial de biomasa anual aprovechable en formaciones densas de quejigar o melojar.

Para una selvicultura media y sostenible.

Se propone una actuación para los próximos 20 años, ya sean claras o cortas finales en varias fases, donde se podrían extraer unos 18 metros cúbicos por hectárea (el crecimiento medio de un quejigar denso en este periodo es de unos 8 metros cúbicos). Hemos estimado que por cada metro cúbico de madera movilizada se generarían 0,70 toneladas verdes de biomasa. Se ha considerado que un 30 % de las formaciones de quejigar tienen suficiente densidad para poder ser objeto de un tratamiento selvícola intenso que justificaría un aprovechamiento biomásico.

Productividad = $(18 \text{ metros cúbicos} \times 0,3 \times 0,881 \times 0,70) / 20 = 0,16$ Toneladas verdes por hectárea y año.

Tenemos un 7,2 % de la superficie con más del 35% y un tercio del grupo entre el 20 y el 35% $4,7 \% = 11,9 \%$ que vamos a excluir por temas de pendiente y pedregosidad.

13.14.8 Productividad potencial de biomasa anual aprovechable en formaciones densas de chopera.

Para una selvicultura media y sostenible.

Se propone una actuación para los próximos 20 años, ya sean claras o cortas finales en varias fases, donde se podrían extraer unos 170 metros cúbicos por hectárea (el crecimiento medio de una plantación de chopo en este periodo es de entre unos 60 y unos 130 metros cúbicos). Hemos estimado que por cada metro cúbico de madera movilizada se generarían 0,34 toneladas verdes de biomasa. Se ha considerado que el 90% de las formaciones de chopo tienen suficiente densidad para poder ser objeto de un tratamiento selvícola intenso que justificaría un aprovechamiento biomásico.

Productividad = $(170 \text{ metros cúbicos} \times 0,34 \times 0,992 \times 0,90) / 20 = 2,6$
Toneladas verdes por hectárea y año.

Tenemos un 0,1 % de la superficie con más del 35% y un tercio del grupo entre el 20 y el 35% 0,7 % = 0,8 % que vamos a excluir por temas de pendiente y pedregosidad.

14 EXPERIENCIAS DE APROVECHAMIENTO BIOMÁSICO EN ESPACIOS PROTEGIDOS.

14.1 El proyecto BioEUParks.

Se ha considerado muy interesante el mostrar las experiencias recogidas en el proyecto BioEUParks que se han desarrollado con el objetivo de estudiar la posibilidad de unir la conservación de la naturaleza y la biodiversidad con la explotación de biomasa leñosa con fines de valorización energética en el territorio. La valorización de la oferta local de biomasa en el territorio permite hacer frente a los costes de parte los trabajos necesarios para una gestión forestal efectiva de los montes y al mismo tiempo ayudaría al desarrollo rural.

Esto implica cambiar la perspectiva totalmente de la biomasa que en vez de ser una explotación del monte que puede causar impactos en flor y fauna se pasa a observar como una herramienta para favorecer el respeto de la naturaleza y la preservación del ecosistema y de la biodiversidad como punto de partida.

Al mismo tiempo, esta elección implica una nueva forma de ver el papel de los Parques que ya no solo son un organismo a cargo de la gestión de áreas naturales y protegidas, sino también un actor clave para desencadenar una nueva forma de desarrollo local que combine la conservación de la naturaleza y el desarrollo y el crecimiento económico de la sociedad donde está.

Entonces, ¿cómo el proyecto propone a los parques para gestionar este papel? Primero de todo, eligiendo un modelo específico de cadena de suministro con 3 características claras perfectamente identificadas, y que son:

- **Trabajar con corto alcance** del lugar donde la biomasa se cosecha con respecto al usuario final, de cara a ordenar ambos extremos de la cadena para minimizar el impacto en el medio ambiente y para garantizar la calidad de la biomasa utilizada para la producción de energía.
- **Plantas domésticas y de pequeña escala:** esto significa promover generalmente la inversión local en plantas de menos de 1 MW de potencia que pueden proporcionar energía eléctrica y calor al distrito local o también la instalación de calderas de biomasa instaladas en edificios públicos (parques y municipios " locales, escuelas, gimnasios u otro tiempo libre instalaciones) o casas particulares. También se han desarrollado district heating. Esto representa un elemento clave para proteger el ecosistema y el paisaje.
- **Compromiso local** de la población para apoyar las propuestas que puedan promover plantas de valorización de la biomasa, en particular en un área de alto valor natural y representa un elemento crítico pues se necesita el apoyo decidido de la población para que las apuestas

salgan adelante. El proyecto al inicio puede provocar pronto una reacción del habitante en cuestión por el impacto de la planta en términos de contaminación del aire, del suelo y del paisaje. El compromiso de los habitantes locales, los actores económicos, y de la política es crucial para el éxito del proyecto. Los promotores de esta apuesta son cruciales en el proceso pues representan la única forma de crear consenso. Actores locales deben liderar el proceso, sensibilizando sobre la oportunidad derivada de la explotación sostenible de la biomasa sólida y de acuerdo con ellos criterios de sostenibilidad y compromiso socioeconómico de la cadena de suministro.

Dentro de estas propuestas, en primer lugar, se debe garantizar la sostenibilidad en el sentido más amplio en términos de uso de biomasa respetando un manejo forestal sostenible y de mejora de los paisajes respetando el valor del patrimonio natural. Este respeto se debe ampliar a los términos sociales de respeto al valor del bienestar público y en términos de desarrollo económico sostenible.

En conclusión, BioEUParks propone y muestra modelos alternativos concretos sobre cómo los Parques Europeos pueden convertirse en líderes de un proceso local de desarrollo donde los problemas de protección de la naturaleza se combinan perfectamente con valores sociales y de crecimiento económico y que tiene el aprovechamiento de la biomasa como motor de toda esta política.

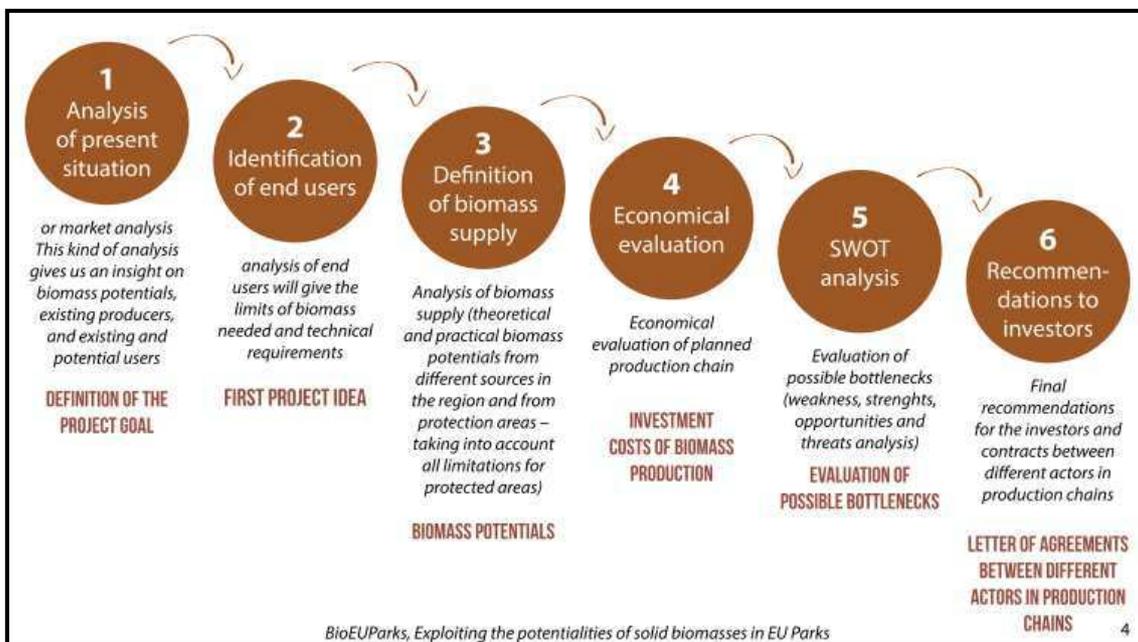


Gráfico 20: Proceso de desarrollo de un proyecto de desarrollo de las potencialidades de la biomasa sólida en los europarques Fuente BIOEUPARKS.

14.2 La gestión forestal sostenible en los EUParks.

Se basa en un sistema avanzado de manejo forestal basado en el concepto multifuncional cuyo manejo de la biomasa se convierte en la única manera de garantizar la condición para explotar completamente los servicios de los ecosistemas forestales. El bosque y el paisaje precisan de actividades de gestión y que en algunos casos integren intervenciones dirigidas a garantizar la conservación de la biodiversidad (como eliminación de especies exóticas). Todos estos trabajos pueden implicar la producción de una alta cantidad de material de madera que puede representar una buena fuente de biomasa, aunque con frecuencia de baja calidad pero que en la valorización energética tiene un interesante recurso.

El proceso se gestiona adoptando un enfoque basado sobre el intercambio de objetivos y la planificación conjunta con los actores locales clave que aseguran la superación de los conflictos sociales que pueden surgir con la propuesta de importantes intervenciones estructurales en las formaciones arbóreas de los espacios protegidos.

La fase inicial del proyecto se centró en la concienciación de las comunidades locales con la apertura de un proceso de participación dirigido a compartir los conceptos clave de la explotación sostenible de biomasa y para verificar los aspectos básicos económicos, sociales y ambientales que condicionan el establecimiento de la cadena de suministro de biomasa.

Todos los actores locales clave participaron en el proceso como: silvicultores y agricultores, asociaciones, planificadores públicos, proveedores de servicios, habitantes locales, etc para asegurar un compromiso profundo en el proceso.

Este proceso participativo termina con la identificación de los actores que participaron directamente en la cadena de suministro y el líder social y ambiental que debe favorecer el desarrollo de esta actividad correctamente.

De acuerdo con la condición de fondo respectivamente, cada espacio protegido identificó su propio modelo y directamente gestionó y promovió la creación de una corta cadena de suministro sostenible.

Incluso si cada modelo está en sintonía con las necesidades locales específicas y desafíos hay algunos criterios comunes clave seguido por todos los parques:

- Producción de energía térmica (no eléctrica).
- Cadena de suministro de corto alcance, no más alejada de unos 50 km del área de valorización donde se encuentran los consumidores finales.
- Plantas de pequeña escala en particular calderas de biomasa con una potencia de alrededor de los 200 KW.
- Participación directa de los actores locales (habitantes, municipios, actividades económicas) como usuarios finales.
- Promoción de inversiones locales en el negocio.

14.3 Estrategias de los gestores de los parques para movilizar el sector en pro de los bosques.

Se les pidió a los parques que desempeñaran el papel, no habitual, de actuar como fuerza líder e impulsora del proceso de desarrollo local identificando soluciones y estrategias de superación que podrían crear el mercado y la condición económica para el establecimiento de las cadenas de suministro locales. Chocaba en muchas ocasiones esta propuesta con una importante competencia desde el exterior con productos más baratos que dificultaban y alejaban una solución quizás más cara pero que integraba una serie de beneficios medioambientales y sociales muy interesantes en el espacio protegido frente a lo que había que actuar predicando la responsabilidad social y ambiental de las sociedades locales situadas en torno al parque natural.

En este nuevo rol cada parque, de acuerdo con las características específicas en materia legislativa y socioeconómica, desarrolló una estrategia para superar los problemas basada en un enfoque de ganar-ganar en todos los aspectos concernidos tanto de naturaleza económica, como social como ambiental. Entre las propuestas interesantes que se desarrollaron en distintos proyectos destacan: la contratación pública ecológica, el arrendamiento, el emparejamiento de la conservación de la naturaleza y la explotación de la biomasa leñosa, el district heating local, la cadena corta de suministro, etc.

Contratación pública ecológica:

La biomasa en general es cosechada por actores económicos a gran escala que actúan en el marco de la explotación de biomasa sólida modelo que no respeta de forma estricta el medio ambiente y el desarrollo social de los territorios. Frente a ello se propone realizar el aprovechamiento biomásico siguiendo principios responsables aprovechando la demanda pública de energía térmica. En el particular, la adopción de licitación pública verde que identifican criterios estrictos en términos de: calidad de biomasa cosechada, procedimientos de sostenibilidad para ser adoptado a lo largo de toda la cadena de producción, responsabilidad social hacia las comunidades locales, etc. Se ha constituido esta herramienta como una estrategia muy útil para el desarrollo de la bioenergía local.

Arrendamiento de calderas:

La elevada necesidad de inversiones iniciales para estos equipos representan en muchas ocasiones una auténtica barrera que pone en peligro el arranque de la cadena de suministro inicial. Una buena solución está representada por un esquema de arrendamiento entre proveedores de equipos y usuarios finales para solventar este hándicap financiero. Se tiene en cuenta que los usuarios finales podría tener nuevos quemadores de pellets instalados pagando unos costos mensuales que cubren el reabastecimiento de combustible, y el mantenimiento y la amortización de la inversión y que el costo mensual era menor o próximo al que tenían actualmente con otros combustibles (Se trabajaba entonces con la ayuda de empresas de servicios energéticos).

Emparejamiento de la conservación de la naturaleza y de la explotación de la biomasa leñosa:

El bosque debe ser manejado de acuerdo con principios de sostenibilidad que pueden garantizar su multifuncionalidad, la conservación de su patrimonio paisajístico, de la biodiversidad, su capacidad de recuperación y su capacidad para adaptar y mitigar el cambio climático, y sus capacidad para convertirse en una fuente de desarrollo verde y trabajos para personas que viven en las zonas rurales.

Esto implica el desarrollo y la implementación de enfoque gerencial innovador, que cada espacio europeo protegido y natural tiene que implementar para unir ambas aspiraciones en un modelo de gestión nuevo.

Uno de los elementos clave de este nuevo enfoque podría ser la reutilización sostenible de la biomasa derivada del manejo de la naturaleza y de las actividades de conservación (como la eliminación de especies exóticas). Esta fuente orgánica podría ser utilizada en los procesos de producción primaria (como muebles y pulpa de papel producción) y proceso de producción secundaria (como materia prima para productos biológicos, bioenergía, compost o nutrientes) de acuerdo con el principio de la cascada.

District heating local

Es la principal y más interesante forma de valorización energética de la biomasa que han seguido los espacios protegidos de los territorios de Austria y Eslovenia dentro de Proyecto BioEUParks. En este caso, hay uno o más planta térmica de pequeña escala (<1MW) que proporcionan energía al distrito local, municipal y local del parque. Se da calor a escuelas locales, iglesia, empresas y casas particulares de una forma centralizada.

Aquí el desafío es garantizar la sostenibilidad de la cadena de producción concentrando principalmente la atención en el origen de la biomasa (utilización en un radio máximo de 50 kms y proveniente de formaciones arboladas densas) y al respeto de la gestión forestal sostenible.

El principal problema en este caso es la competencia de materia prima de biomasa y productos de calefacción (troncos, astillas de madera o pellets) importados a precios más bajos de los países vecinos.

Cómo convencer al dueño de la planta para que compre biomasa local en procesos productivos de cosecha y procesado de acuerdo con principios sostenibles que tienen un costo superior al correspondiente a suministros importados desde fuera del área del parque.

La respuesta, identificada por el proyecto y probada tanto en Eslovenia como en Austria, es utilizar la palanca de la responsabilidad social del inversor local. De hecho, generalmente los recursos movilizados pertenecen al territorio y sus principales clientes demandantes son autoridades locales y habitantes. Por lo tanto, para ellos es importante mostrarles a sus clientes que proceso de producción de bioenergía se basa en el respeto del entorno local y representa una fuente de ingreso local y la forma de financiar el cuidado de estos paisajes

y la mejora de la biodiversidad. Además esta biomasa es comprada asilvicultores y agricultores locales que facilitan el mantenimiento de la población y la generación de una economía circular.

Las dos soluciones identificadas en Italia y Grecia, dentro del proyecto BioEUParks, se basan principalmente en el fraguado de pellets a cadenas de suministro donde las cooperativas forestales locales y las empresas gestionan la recolección de biomasa. El procesamiento y la producción de la energía térmica es hecha por los usuarios finales (públicos y privados entidades) que han reconvertido sus calderas de petróleo a la biomasa. El camino para crear dicha cadena de suministro sigue un doble proceso participativo que actúa sobre:

El lado de la demanda crea la condición económica para una nueva solicitud de biomasa, surgiendo tanto de actores territoriales públicos, como municipios o el parque en sí, y privados, como empresas locales y otros operadores económicos;

En este proceso hay varios obstáculos que superar relacionado principalmente con: las dificultades para agregar un elemento crítico la biomasa que puede garantizar la sostenibilidad económica de las nuevas cadenas de suministro y el alto costo de inversión inicial en calderas y equipos de biomasa, que es una condición previa para la agregación de tal masa crítica. Las soluciones que se proponen para superar tales barreras son:

- Favorecer el acceso a fondos públicos y privados instrumentos (como esquema de arrendamiento o público contribución para la sustitución de calderas térmicas) que puede facilitar las inversiones en nuevos equipos;
- Activar la contratación pública ecológica por todos los organismos públicos territoriales, municipios y parques, dirigido a la compra de biomasa local respetando específicos criterios de sostenibilidad;
- Promover la creación de grupos de compras para agregar demanda privada y disminuyendo el costo tanto del equipo como de los productos de calefacción.

Difundir la red de la cadena de suministro

En este caso, la condición ex ante se caracteriza por un amplio territorio forestal donde la gestión es parcialmente realizado por las autoridades del parque y parcialmente administrado por National Forest Company, una situación bastante común en los países de Europa del Este.

Aquí los problemas tienen dos dimensiones principales:

1. Cómo hacer coincidir la misión principal de la Órganos de gestión de la conservación forestal y de la naturaleza con la explotación sostenible de la biomasa leñosa;
2. Cómo agregar la demanda local derivada de varias comunidades locales y hogares privados extendidos en un amplio territorio.

Las soluciones identificadas en "Danube Ipoly National Park" se basa en la activación de una red de 7 cadenas de suministro locales donde el parque mismo y la empresa forestal estatal (principalmente) gestiona la cosecha, transporte y almacenamiento de la biomasa. Y donde el proceso de conversión y de producción de energía térmica es realizado por los usuarios finales, a saber, las comunidades locales y hogares individuales.

La biomasa cosechada y procesada deriva principalmente del manejo y conservación de las actividades de manejo de la naturaleza (también eliminación de especies exóticas) y la se garantiza la agregación de usuarios finales de biomasa mediante la firma de acuerdos de cooperación donde se fijan los términos de acuerdo para el suministro de biomasa a locales, comunidades y hogares privados.



Imagen 2: Se observa la gestión en bocage del Parque Nacional de "Danube Ipoly National Park". Fuente: BIOEuroparks.

Estas propuestas, en ambientes más mediterráneos, intentan cambiar el problema que en estas latitudes es el riesgo de incendios por acumulación de combustibles forestales en una oportunidad usando el material orgánico derivado de la conservación de la naturaleza como una fuente de biomasa para alimentar los sistemas de calefacción locales. Debe abordarse generalmente mediante inversiones en el sector de la demanda favoreciendo la instalación de equipos eficientes a pequeña escala (calderas térmicas, CHP plantas, etc.) y maximizando el valor calórico de baja calidad del material de biomasa y minimizando las emisiones de GEI. Con el esquema de incentivos, tanto para públicos como privados, se debe facilitar la amplia aceptación del mercado de dicha tecnología.

La biomasa del trabajo de conversión y mantenimiento del paisaje es un potencial que puede integrarse en el desarrollo de distintos Modelos de negocio. Para garantizar un procesamiento fluido, es crucial considerar todas las extensiones de los factores internos que afectan directa o indirectamente los pasos individuales de la cadena de valor desde un punto de vista holístico. Para ello es necesario el apoyo de todos para garantizar: un suministro de biomasa y su logística, adecuada conversión, distribución de uso, financiación, percepción pública y política necesaria, apoyo, etc.

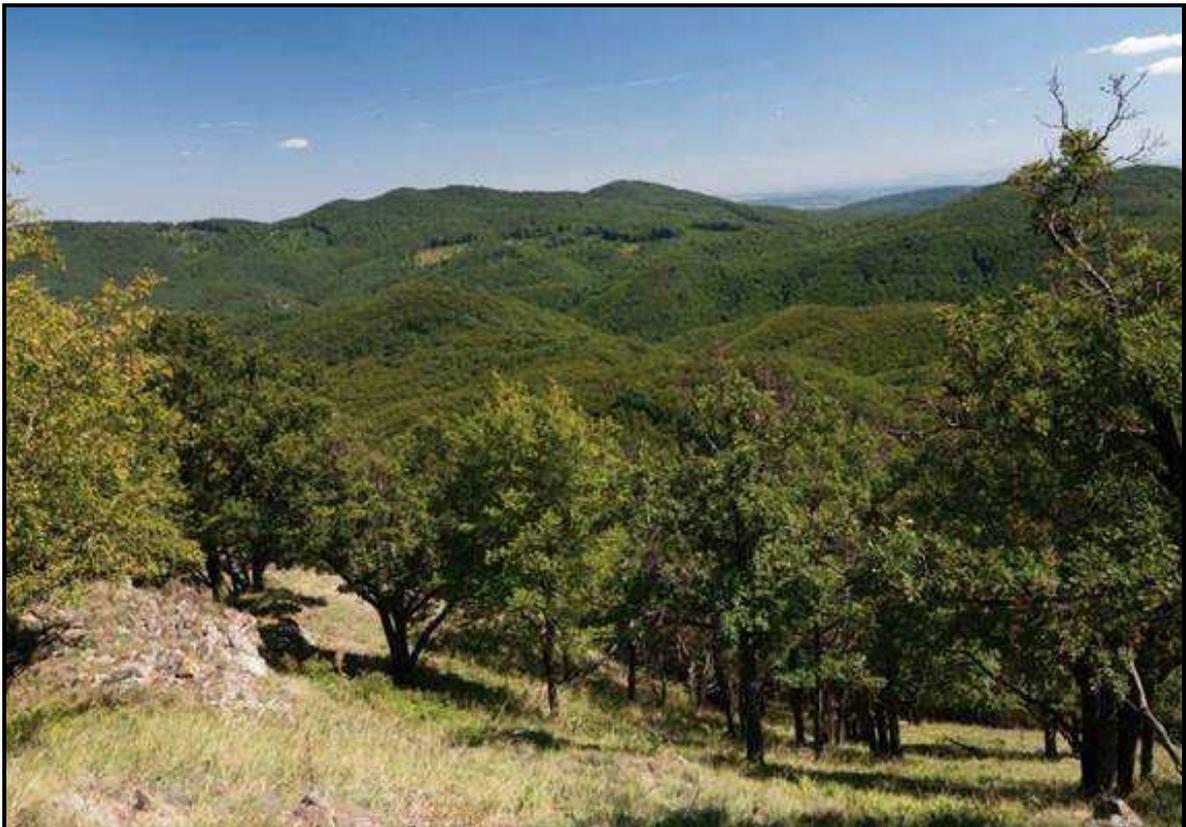


Imagen 3: Imagen de la gestión de reducción de combustibles en áreas de protección frente a incendios en un parque nacional griego. Fuente: BIOEuroparks.

15 FÓRMULAS DE FINANCIACIÓN DE LOS PROYECTOS DE BIOMASA

15.1 Introducción

El fomento del aprovechamiento de la biomasa exige una coordinación entre todos los agentes que intervienen o pueden hacerlo de forma potencial en el sector que son principalmente: los propietarios de los montes, las empresas de valorización de la biomasa, empresas de aprovechamientos forestales y finalmente la administración que debe autorizar los aprovechamientos forestales.

Su valorización y la constitución de un mercado para este recurso energético es posible y deseable a partir del momento en que se creen los instrumentos de apoyo políticos y económicos necesarios.

La política forestal debe coordinarse de forma eficaz con adecuadas políticas energéticas y de desarrollo rural y con el establecimiento de líneas y programas coherentes y sinérgicos que faciliten el desarrollo del sector y la intervención de los distintos interlocutores.

En concreto, se deben aprovechar las nuevas opciones que ofrece la propuesta de Reglamento FEADER para el nuevo periodo de programación de la PAC 2014-2020 y las medidas de los Planes de Desarrollo Rural Autonómicos con el objetivo de asegurar un aprovechamiento forestal ordenado y sostenible. Se podrá favorecer con ello la generación de empleo ligada a las actividades económicas forestales, entre ellas iniciativas de uso y aprovechamiento de la biomasa forestal y con unos costes de inversión pública netamente inferiores a muchas otras iniciativas existentes para el empleo rural. Por ello ninguna política de apoyo a la biomasa forestal va a tener oportunidad de prosperar si no se entienden las particularidades del sector forestal y se trata de integrar a este nuevo sector industrial en el mercado energético y no se da el apoyo mínimo que con el respaldo de la iniciativa privada no terminará de hacer arrancar el sector.

15.2 Caso navarro de respaldo autonómico al sector

En este contexto las autoridades públicas pueden jugar una doble función: su papel como consumidores y su participación como socios en los proyectos. Pero también es muy relevante su implicación estableciendo medidas de apoyo y fomento, tanto legales como económicas, al desarrollo del sector de la biomasa.

Los contratos de larga duración de dendrocombustibles son esenciales para facilitar el funcionamiento sostenible y adecuado de sistemas de calefacción / district heatings. La movilización de biomasa forestal definitivamente necesita de apoyos públicos para facilitar y permitir que posteriormente los mercados

puedan convertirse en el principal protagonista que maximice el crecimiento de este sector.

La administración debe apoyar principalmente aquellos proyectos de escala local, principalmente plantas de cogeneración, de potencia no superior, en general, a 1 MW, facilitando la movilización de recursos para que se pueda suministrar a estas plantas de materia prima procedente de fuentes locales. Lo ideal, no siempre posible en función de la entidad de la inversión, es también fomentar además la participación accionarial de los propietarios forestales en los proyectos y del sector industrial de la madera y derivados.

Esta materia prima, además, en el caso de Navarra ha sido declarada por la Administración Forestal como "cultivo energético" (máxima prima posible en el ámbito de la biomasa forestal) a los efectos de primas eléctricas. Ello se hace sin descuidar todas las garantías de Sostenibilidad del aprovechamiento que presenta una situación muy favorable en Navarra debido, como se ha dicho anteriormente, a la gran cantidad de montes ordenados. De hecho ya se han realizado este tipo de declaraciones y se han desarrollado procedimientos para cada caso concreto, consensuados todos ellos con promotores, propietarios forestales y autoridades energéticas (IDAE).

En los últimos años existía interés por parte de las entidades locales de diferentes valles de Navarra por instalar pequeñas plantas de biomasa para la producción eléctrica y/o cogeneración con producción de combustible (pellets o astillas). Las potencias eléctricas que se planteaban se situaban entre los 100 y los 500 kW. Además de producir electricidad con su propia materia prima, el calor generado serviría para cubrir las necesidades de calor y refrigeración de diversas industrias localizadas en los polígonos industriales. Sin embargo, todas estas iniciativas quedaron paralizadas con la reforma del sector eléctrico realizada entre los años 2012 y 2014, que han reducido notablemente los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos. Pero es un buen ejemplo del trabajo conjunto de administración y promotores para el desarrollo de un sector.

15.3 Programa de Préstamos mediante Bonos Garantizados

Para la financiación de proyectos de biomasa se creó el programa PACE de Préstamos mediante Bonos Garantizados sobre la Propiedad para Conversión a Energías renovables // Energía Limpia Gravada a la Propiedad.

Un bono PACE es un Bono Garantizado en el que se estipula que la recaudación se prestará a propietarios de comercios y viviendas para financiar la reconversión de sus sistemas energéticos hacia el ahorro y el uso de energías alternativas (medidas de eficiencia y pequeños sistemas de energías renovables). Estos pagarán sus préstamos a lo largo de 20 años a través de un cargo anual en su factura del impuesto sobre la propiedad (IBI). Los bonos PACE pueden ser emitidos por los municipios o por sociedades de financiación y la recaudación se utilizará normalmente para equipar a propiedades

comerciales y residenciales de sistemas alternativos de calefacción con energías renovables que se pueden combinar con sistemas de eficiencia energética y ahorro.

El mercado de bonos PACE, en combinación con garantías de préstamo estatal, podría acelerar de manera importante el reequipamiento energético de los edificios por la valorización de recursos propios como la biomasa, debido a las ventajas que se exponen a continuación:

- Creación de empleo inmediato
- No hay riesgo de crédito o de obligación general
- La obligación es responsabilidad del propietario de los bienes raíces
- Reducción de gases de efecto invernadero e independencia energética
- Es de libre elección y sólo aquellos propietarios de bienes raíces que decidan pagar por ello se incorporarán al plan. Interesa que se extienda por la economía de escala que se produce.

A escala de los prestamistas de hipotecas en curso:

- Prestatarios de flujo de efectivo y mejora del perfil de crédito (ahorro de energía > coste anual de los impuestos)
- Aumenta el valor de la garantía, que es la propiedad.

PACE es un programa diseñado para permitir que los dueños de propiedades (residenciales y comerciales) puedan instalar sistemas eléctricos y térmicos con fuentes de energía renovables y mejorar la eficiencia energética de sus edificios y pagar el costo en un periodo de 20 años a través de un impuesto especial anual o con un gravamen sobre sus facturas del impuesto sobre la propiedad.

El programa fue promovido por la Ciudad de Berkeley, California, EEUU (donde es conocido como Berkeley first y en EEUU ya son bastantes ciudades y condados los que se han adherido al proyecto. Ningún propietario paga impuestos adicionales o tasas a menos que haya realizado trabajos en su propiedad a costa del programa. No es quizás linealmente replicable aquí pero con el trabajo conjunto de administraciones locales y entidades bancarias se podrían buscar fórmulas para activar tipos de medidas así que arrastren a los potenciales beneficiarios de las calderas de biomasa o district heating a decidirse finalmente por los mismos.

15.4 Bonos de Impacto Social

Aplicación de los "Bonos de Impacto Social" que consiste en una fórmula de contratación de la Administración con empresas privadas para la gestión activa de la biomasa forestal en los bosques de titularidad pública y privada y su valorización y con el posterior abono a estos promotores de una compensación por los beneficios que generan.

La creación de esta modalidad contractual permite:

- Disminuir los gastos de prestación de servicios públicos mediante la inversión en prevención.
- Anticipar esta inversión por parte de la Iniciativa privada.
- Pagar en base a resultados u objetivos cumplidos.
- Los contribuyentes solo pagan por programas y actuaciones que funcionan.

Estos contratos facilitarían en relación a la movilización y valorización de las biomasa la creación de cientos de puestos de trabajo en el entorno rural. Pueden ser el elemento decisivo a la hora de proteger nuestro patrimonio natural al involucrar de forma activa tanto a la comunidad forestal como al sector de valorización de la Biomasa (eléctrica, cogeneración y térmica) mediante la generación de ingresos adicionales a dichos mercados.

Los bonos de impacto social son una fórmula de colaboración público privada por los que la administración se compromete a un pago periódico en base a la consecución de unos objetivos en este caso de mejora medioambiental.

El pago que realiza la administración proviene del ahorro efectivo que se produce cuando se invierte en prevención en vez de en paliar los efectos producidos en este caso por la contaminación, el despoblamiento, la pérdida de bosques y los efectos del cambio climático. Se transfiere parte del ahorro o abono de la mejora ambiental producida a la empresa que adelanta la inversión necesaria para la consecución de los objetivos.

De la gestión activa de la limpieza, regeneración y vigilancia de los bosques la administración obtendría el ahorro producido en la gestión de la extinción de incendios, se impediría la destrucción del patrimonio natural (biodiversidad, activos naturales, etc.) y la pérdida de vidas humanas, entre otros.

15.5 Custodia del territorio

Para la puesta en marcha de proyectos de biomasa, en el ámbito empresarial, se plantea la necesidad de definir contratos a largo plazo que aseguren el suministro de combustible, el incremento de la superficie forestal ordenada, ya que sólo el 14% de la propiedad cuenta con planes de gestión, y la asociación entre los propietarios forestales para agrupar superficies de mayor tamaño. Para este tipo de montes los contratos de custodia del territorio se han mostrado como un instrumento eficaz que combinado con la posibilidad de valorizar las actuaciones en los montes por el uso térmico en proximidad de la biomasa las hacen muy interesante el planteamiento.

Con estos instrumentos se pueden conseguir contratos a largo plazo, con el apoyo mediante incentivos fiscales y económicos específicos, que facilitarían la agrupación de la propiedad forestal, para elaborar planes de gestión y ordenación, para promover la certificación forestal, la trazabilidad o para la adquisición de equipos por parte de las empresas forestales y energéticas.

En estas entidades sería muy conveniente que se compartiera la iniciativa y el liderazgo entre los propietarios locales de los montes, asociaciones vecinales, la administración forestal, empresas de aprovechamientos y valorización de los recursos forestales y otros usuarios de los montes.

15.6 La necesidad del asociacionismo en los montes privados

Los propietarios privados suelen acudir a un rematante, una persona o empresa que paga un precio por el aprovechamiento, para sacar adelante sus aprovechamientos forestales. Suelen ir el propietario, además, de manera individual y muchas veces sin el necesario asesoramiento técnico ante un potencial rematante que no siempre respeta su mayor conocimiento del medio forestal. Se observa en este sentido la necesidad de agrupación de los propietarios en asociaciones forestales o cooperativas que permita contar a las mismas con cuerpos técnicos que les asesoren y equipos capaces de supervisar y gestionar adecuadamente sus recursos. Es un problema por un lado de escala de trabajo que mejora la rentabilidad de trabajos y también de mejora de gestión al contar con apoyo técnico independiente y muy profesional para maximizar el valor de sus recursos.

Pero actualmente el grado de asociacionismo en el mundo forestal, y muy concretamente en Teruel, es aún más pobre que en el sector agropecuario y solo un cambio radical de la política para cambiar esta situación podría transformar esta realidad. Al igual que en el caso de las subastas, el reducido número de rematantes en la zona forestal que se trate, hace que la ofertas sean pobres y reducidas y simplemente una gestión compartida de estas subastas supondría ya una mejora sustancial en el funcionamiento de este mercado tan atomizado.

Así los propietarios forestales quedan a expensas de un reducido grupo de compradores, tanto finales (ejemplo pastera o industria del tablero) como de intermediarios o rematantes, que deja poco espacio para la libre competencia en ofertas, en lo que la jerga económica se define como un oligopolio.

El individualismo y el abandono de la gestión de la propiedad son las características que mejor encajan en el estereotipo del propietario forestal español y en mayor medida si cabe al aragonés.

La agrupación forestal se plantea como una herramienta clave para el futuro de nuestros montes y juntar a los propietarios de terrenos forestales aportará una serie de ventajas necesarias para poder extraer la biomasa forestal en aquellos terrenos que por sus pequeñas dimensiones los hacen costoso, tanto económicamente como administrativamente su gestión. Con estas simple medida se conseguirán interesantes mejoras al:

- Incrementar la rentabilidad a partir de la gestión conjunta del bosque.
- Regularizar los beneficios.
- Potenciar la formación del propietario forestal y hacerle contar con un asesoramiento técnico independiente y que se sitúa a su lado para apoyarlo y

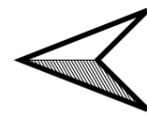
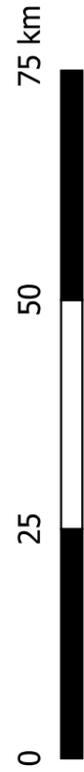
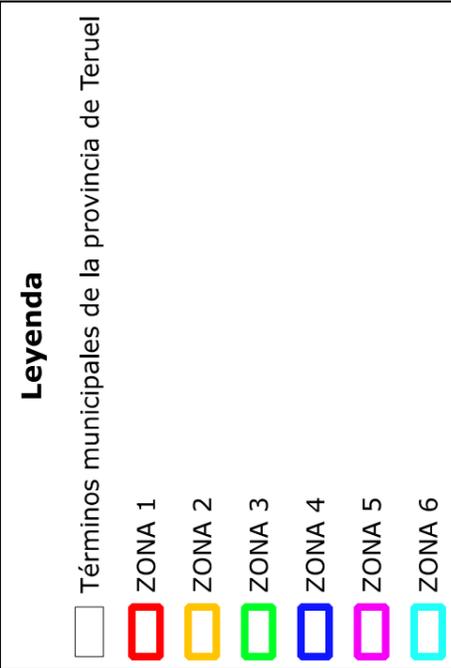
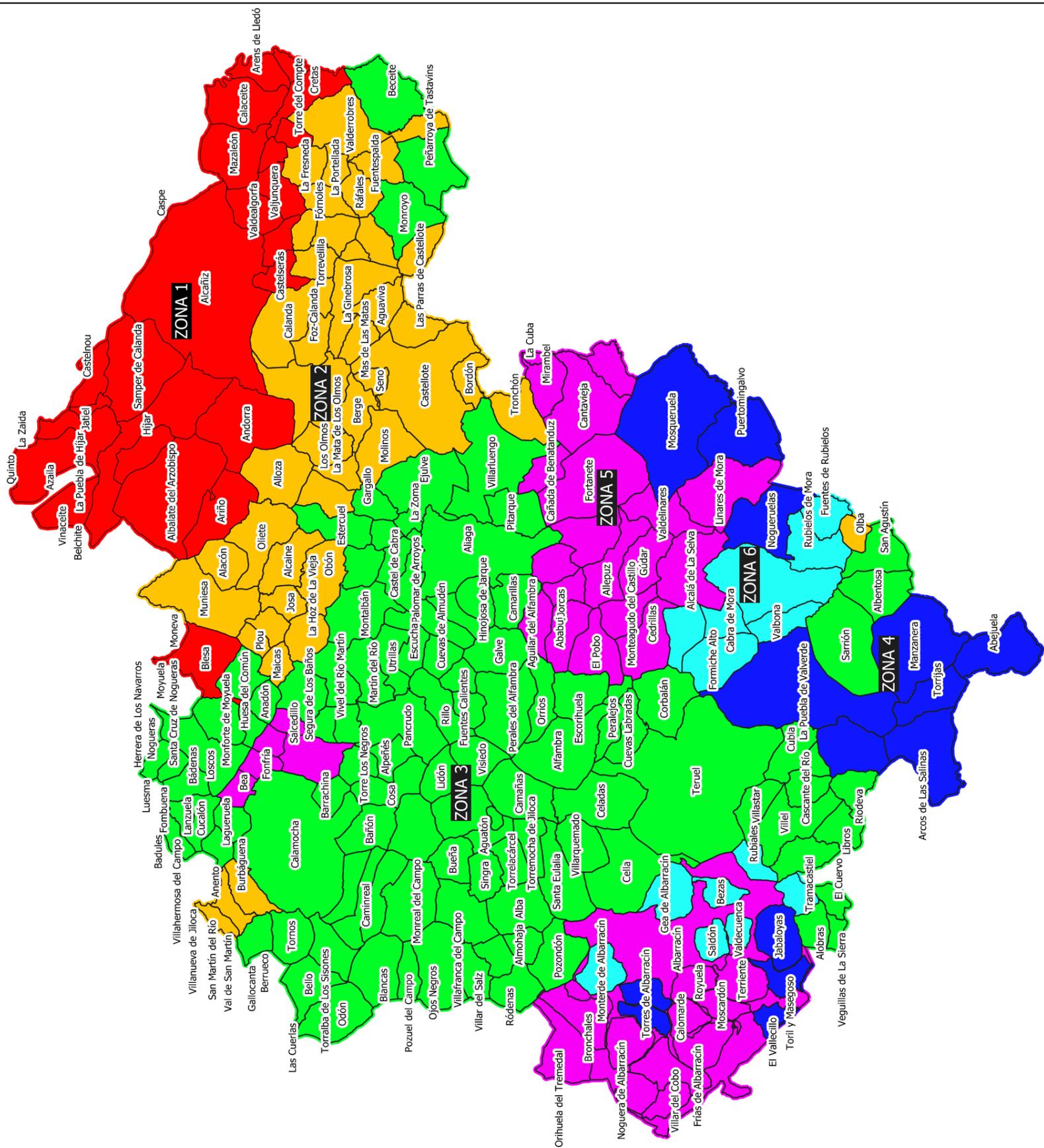
asesorarlo ante las posibilidades del sector, subvenciones, incentivos, proyectos de futuro, valoración de sus potencialidades, etc.

- Invertir en trabajos de gran envergadura.
- Ofrecer a los agrupados orientaciones sobre el valor del producto y capacidad para negociar la venta del mismo.
- Conseguir la representación de los miembros ante la Administración.

15.7 Agrupación de montes con características homogéneas

Se debe fomentar el que se trabaje la planificación de las áreas forestales mediante la agrupación de montes por características homogéneas en cuanto al medio físico o la especie principal de la masa forestal entre otras, en los casos que sea posible, para conseguir el objetivo de rentabilidad económica de los aprovechamientos. Según este planteamiento de rentabilidad el conjunto de montes debería de dotarse de un único instrumento de gestión forestal sostenible que abarque en torno a las 10.000 ha independiente de la distribución de la propiedad pero para facilitar un desarrollo integral de este territorio y la búsqueda de proyectos globales que necesitan esta dimensión de trabajo.

La ordenación por grupos de montes permite crear una oferta atractiva para las empresas forestales que ejecutan planes anuales de aprovechamientos y mejora y que pueden instalarse y desarrollar proyectos de valorización de estos recursos en el territorio. Por un lado los volúmenes a extraer son de una cuantía considerable, pues la escala lo permite, y se cumplen con los requerimientos que la industria demanda, consiguiendo precios competitivos y haciendo la actividad rentable económicamente. Por otro, permite a los promotores de la actividad del aprovechamiento, siempre que el periodo de adjudicación sea plurianual (en periodos iguales al plan especial o semiperiodos de este, 10-15 años), poder afrontar y amortizar las inversiones en proyectos de envergadura de valorización de los recursos naturales renovables. Es por tanto crucial asegurar la materia prima a largo plazo para poder acceder al crédito bancario, entre otros aspectos, para el desarrollo de industrias y proyectos de esa naturaleza.



Sist. de coordenadas: ETRS 89 HUSO 30

		Promotor: Situación: Provincia de Teruel Municipio: Varios	Consultoría: Técnico autor: José I. Fábregas Reigosa Ingeniero de Montes Colegiado nº. 2.338	Plano: Clave: 6149BiomasaTer Archivo: 02 Documento: - Delineación: L.S.E. Fecha: OCTUBRE 2020 Escala/s: 1:1.000.000	Número: 2 ZONAS POR TIPO DE BOSQUE PREDOMINANTE
		Comarca: Varias Provincia: Huesca	Fecha: OCTUBRE 2020	Versión: 00 Formato: A3	

Estimación de la biomasa movilizable. Estudio de alternativas para su puesta en valor como "Calor natural"



ARAGÓN infoenergía



ASIADER

Sierra de Albarracín
ASIADER
TRAMACASTILLA (Teruel)



tierras del moncayo

Tierras del Moncayo
ASOMO
TARAZONA (Zaragoza)



Bajo Aragón
Matarraña
GRUPO DE ACCIÓN LOCAL

Bajo Aragón-Matarraña
OMEZYMA
TORREVELILLA (Teruel)



GÚDAR-JAVALAMBRE Y MAESTRAZGO
Asociación de Desarrollo
Teruel

Gúdar-Javalambre y Maestrazgo
AGUJAMA
MORA DE RUBIELOS (Teruel)



Asociación para el Desarrollo Rural Integral de la Comarca Campo de Belchite

Campo de Belchite
ADECOBEL
BELCHITE (Zaragoza)



ADRI
Comarca de Teruel

Comarca de Teruel
ADRICTE
TERUEL



ASOCIACIÓN PARA EL
DESARROLLO INTEGRAL DEL
BAJO MARTÍN
ANDORRA-SIERRA DE ARCOS

Bajo Martín y Andorra-Sierra de Arcos
ADIBAMA
ALBALATE DEL ARZOBISPO (Teruel)



Asociación Para el Desarrollo Rural Integral

Tierras del Jiloca y Gallocanta
ADRI Jiloca-Gallocanta
CALAMOCHA (Teruel)



Unión Europea
FEADER
Fondo Europeo Agrícola
de Desarrollo Rural



**GOBIERNO
DE ARAGON**

Europa invierte en zonas rurales