universidad de león

Un modelo de dinámica forestal para una gestión anticipadora. Estudio de caso en el Valle de Mena (norte de Burgos).

A forest dynamics model for an anticipatory management. The case of study in the Mena Valley (North of Burgos)

Froilán Sevilla Martínez

León, Noviembre 2015

universidad de león

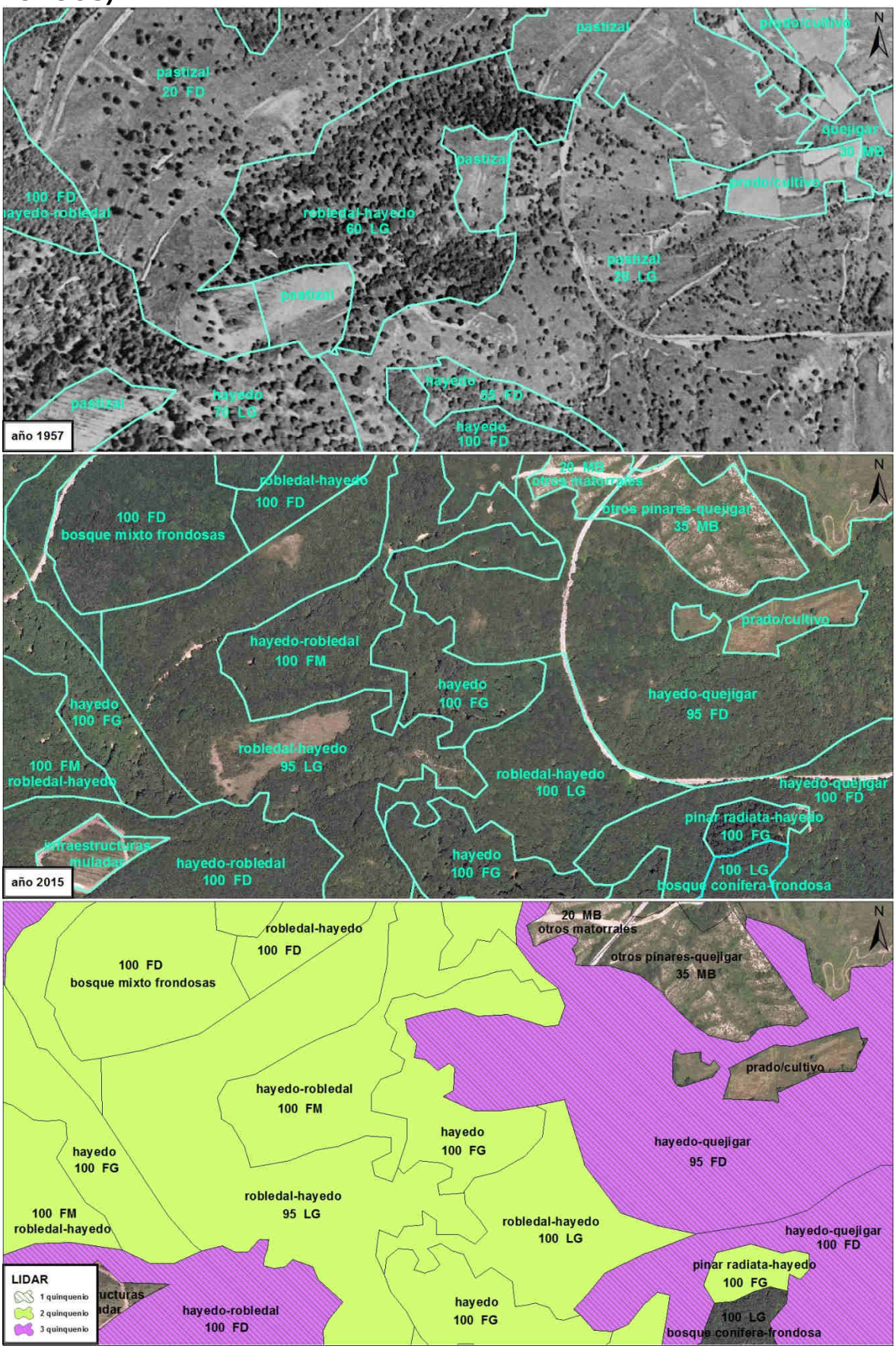
Memoria presentada por el Ingeniero de Montes Froilán Sevilla Martínez para optar al título de Doctor por la Universidad de León.

Fdo.: Froilán Sevilla Martínez

Director:

Dr. Miguel Ángel de Zavala Gironés

Universidad de Alcalá de Henares


N
pastizal
20 FD
pastizal
prado/cultivo
quejigar
30 MB
pastizal
prado/cultivo
100 FD
hayedo-robledal
robledal-hayedo
60 LG
pastizal
20 LG
pastizal
pastizal
hayedo
70 LG
hayedo
65 FD
hayedo
100 FD
año 1957
N
robledal-hayedo
100 FD
20 MB
otros matorrales
otros pinares-quejigar
35 MB
100 FD
bosque mixto frondosas
prado/cultivo
hayedo-robledal
100 FM
hayedo
100 FG
hayedo-quejigar
95 FD
hayedo
100 FG
robledal-hayedo
95 LG
100 FM
robledal-hayedo
robledal-hayedo
100 LG
hayedo-quejigar
100 FD
pinar radiata-hayedo
100 FG
infraestructuras
muladar
hayedo-robledal
100 FD
hayedo
100 FG
100 LG
bosque conifera-frondosa
año 2015
N
robledal-hayedo
100 FD
20 MB
otros matorrales
otros pinares-quejigar
35 MB
100 FD
bosque mixto frondosas
prado/cultivo
hayedo-robledal
100 FM
hayedo
100 FG
hayedo-quejigar
95 FD
hayedo
100 FG
robledal-hayedo
95 LG
100 FM
robledal-hayedo
robledal-hayedo
100 LG
hayedo-quejigar
100 FD
pinar radiata-hayedo
100 FG
LIDAR
1 quinquenio
2 quinquenio
3 quinquenio
hayedo-robledal
100 FD
hayedo
100 FG
100 LG
bosque conifera-frondosa

A mi padre

AGRADECIMIENTOS

A Enrique Álvarez Gómez, sin cuyo magnífico trabajo cartográfico no hubiese sido posible esta tesis doctoral. Además han sido muy fructíferos tanto sus comentarios y análisis como el intercambio de opiniones sobre las dinámicas forestales en el Valle de Mena.

A Juan Antúnez Vázquez, agente medioambiental y jefe de comarca, que ha demostrado un conocimiento muy profundo de los montes del Valle de Mena, mucho más allá de lo que se le podría exigir por su deber profesional. Su capacidad de observación, de analizar y de sintetizar los elementos clave me ha facilitado enormemente la interpretación de los ecosistemas meneses. Y, sobre todo, su disposición para colaborar en este trabajo ha sido excelente.

A Patricio José Bariego Hernández y Aitor Gastón González, precursores en la elaboración de una precisa cartografía forestal en los Montes Ordunte, además de su trabajo, más conocido, sobre la flora menesa.

A mi tutora en la Universidad de León, Leonor Calvo Galván, siempre dispuesta a ayudar.

A mi director de tesis, en la Universidad de Alcalá de Henares, Miguel Ángel de Zavala Gironés, cuyas aportaciones han sido decisivas para configurar la orientación y estructura general de la tesis, así como en ciertos detalles de la misma.

A José Luis Tomé Morán, que me ha ayudado a extraer mejor el potencial de la información lidar. Él me ha mostrado de forma muy profesional la explicación de los errores detectados en el uso de esa información; es responsable de dos imágenes elaboradas para ilustrar ese problema. Además, se ha prestado a elaborar los planos del apartado de topografía.

A la sociedad cooperativa Agresta y a Biesca Ingeniería, que han colaborado aplicado sus modelos dasométricos a la información cartográfica y lidar que les ha sido facilitada.

A Juan Francisco Sainz Muñoz, por su ayuda en temas informáticos.

A Fernando Romero León, entusiasta de la meteorología, por suministrar amablemente los datos climáticos de la estación de Alto Trueba.

A Francisco Javier Ezquerra Boticario, con quien siempre es útil y ameno intercambiar pareceres e información.

A Beatriz Cabeza Sanz (Bite), cuyo apoyo en el día a día, que es el más meritorio, ha resultado completamente imprescindible.

ÍNDICE

Contenido

ÍNDICE 8
INTRODUCCIÓN 12
OBJETIVOS 14
1. EL MODELO DINÁMICO EN SU ENCAJE TEÓRICO 15
1.1. LÍNEA EPISTEMOLÓGICA 15
1.1.1. La capacidad de predicción en sistemas complejos 15
1.1.2. La incertidumbre 15
1.1.3. Estudio cualitativo y cuantificación 17
1.1.4. Holismo frente a reduccionismo 20
1.1.5. La importancia de la escala y del contexto 22
1.1.6. Heterogeneidad frente a condiciones medias 24
1.1.7. Los montes como sistemas históricos 24
1.1.8. Los eventos renovadores 27
1.1.9. Los seres humanos como un factor ecológico 29
1.2. DESCRIPCIÓN DEL MODELO DINÁMICO 32
1.2.1. Base dinámica 32
1.2.2. Los atributos vitales son decisivos 35
1.2.3. Fases de desarrollo 46
1.2.4. Estadios en la sucesión 49
1.2.5. Las renovaciones 50
1.2.6. Estados socioeconómicos 53
1.3. CONCRECIÓN DEL MODELO 56
1.3.1. Definición de las unidades de vegetación 56
1.3.2. Delimitación cartográfica de las unidades de vegetación 58
1.3.3. Agrupación de teselas en tipos de masa 63
1.3.4. El Vuelo Americano de 1956/7: una oportunidad para el estudio dinámico 64
1.3.5. Caracterización del régimen de renovaciones 65
2. DESCRIPCIÓN E INTERPRETACIÓN DINÁMICA DEL VALLE DE MENA 80
2.1. MEDIO GEOCLIMÁTICO DE LA ZONA DE TRABAJO 80
2.1.1. Descripción general 80
2.1.2. Topografía 83
2.1.3. Geología 86
2.1.4. Clima 88
2.1.5. Escenarios climáticos futuros 93
2.2. CONTEXTO SOCIOECONÓMICO 96
2.2.1. Evolución demográfica 96
2.2.2. Los mercados de los productos forestales 98
2.3. ATRIBUTOS VITALES DE ESPECIES E INDIVIDUOS 101
2.3.1. Talla de las plantas 101
2.3.2. Clasificación de las plantas en clases de tolerancia 104
2.3.3. Efectos del medio geoclimático menés en la distribución de las plantas 110
2.4. UN MODELO DINÁMICO ADAPTADO AL VALLE DE MENA 112

2.4.1. Metodología en la descripción de la vegetación ... 112
2.4.2. Tipos de masa ... 114
2.4.3. Agrupaciones de tipos de masa ... 117
2.4.4. Información sintética de cada tesela ... 121
2.4.5. Particularidades metodológicas para 1957 ... 123
2.4.6. Particularidades metodológicas para 2015 ... 129
2.5. EL VALLE DE MENA EN 1957 ... 141
2.5.1. Tipos de masa agrupados ... 141
2.5.2. Clases de tamaño ... 143
2.5.3. Cubierta arbórea ... 144
2.5.4. Existencias ... 145
2.6. EL VALLE DE MENA EN 2015 ... 147
2.6.1. Tipos de masa agrupados ... 147
2.6.2. Clases de tamaño ... 149
2.6.3. Cubierta arbórea ... 150
2.6.4. Existencias ... 151
2.7. CAMBIOS OCURRIDOS ENTRE 1957 Y 2015 ... 153
2.7.1. Cambios en la composición específica ... 153
2.7.2. Variaciones en las clases de tamaño ... 155
2.7.3. Variaciones en la cubierta arbórea ... 156
2.7.4. Evaluación sucesional ... 156
2.7.5. Variación de las existencias de madera ... 171
2.8. EL RÉGIMEN DE RENOVACIONES EN LOS MONTES MENESES ... 174
2.8.1. Incendios ... 174
2.8.2. Grandes fitófagos ... 176
2.8.3. Cortas ... 180
2.8.4. Repoblación forestal ... 181
2.8.5. Derribos ... 186
2.8.6. Cartografía de los efectos de los eventos renovadores ... 188
2.8.7. El abrupto fin del tradicional régimen de renovaciones ... 192
2.8.8. Cambios más recientes en el régimen de renovaciones ... 193
2.8.9. Tendencias dinámicas: una ojeada al futuro ... 197
2.9. EXPLICACIÓN DE LOS CAMBIOS OBSERVADOS ENTRE 1957 Y 2015 ... 199
2.9.1. Influencia de las renovaciones en la composición específica ... 199
2.9.2. Repercusiones del fin del sistema agrario tradicional ... 200
2.9.3. Diagnosis dinámica ... 203
2.9.4. Acerca de la mediterraneidad en el Valle de Mena ... 211
3. INTEGRACIÓN DEL CONOCIMIENTO DINÁMICO EN LA GESTIÓN ... 220
3.1. FUNDAMENTOS ECOLÓGICOS DE LA GESTIÓN ... 220
3.1.1. La silvopascicultura como aplicación de la ecología forestal ... 221
3.1.2. Las bases de la sostenibilidad ecológica ... 229
3.1.3. El conocimiento ecológico es la guía de actuación ... 231
3.2. PREVENCIÓN DE RIESGOS MEDIANTE UNA GESTIÓN ANTICIPADORA ... 244
3.2.1. El concepto de riesgo ... 244
3.2.2. Gestión de la incertidumbre ... 246

3.2.3. Principio de precaución 249
3.2.4. La iniciativa en las renovaciones 266
3.3. UNA GESTIÓN FORESTAL RENOVADA 281
3.3.1. Gestión orientada a alcanzar objetivos: el fin del maniqueísmo 281
3.3.2. Una ecología (y selvicultura) más allá de los números 284
3.3.3. La heterogeneidad estructural y la diversidad específica como aliados 286
3.3.4. Prevención de riesgos forestales: un enfoque integral 291
3.3.5. La principal receta: huir de las recetas 295
3.3.6. Aprovechamientos frecuentes para gestionar la complejidad 304
3.3.7. Referentes selvícolas 350
3.3.8. Los instrumentos de planificación forestal 355
3.3.9. Algunos aspectos prácticos de la planificación y la gestión 358
4. APLICACIÓN DEL MODELO A LA PLANIFICACIÓN DE LOS MONTES MENESES 380
4.1. CONTEXTO DE LA GESTIÓN FORESTAL EN EL VALLE DE MENA 380
4.2. UN PLAN FORESTAL PARA EL VALLE DE MENA 384
4.2.1. Planificación espacialmente explícita 385
4.2.2. Una sucinta valoración de ingresos y gastos previstos 402
4.2.3. Coste de elaboración del plan 405
4.3. EL SEGUIMIENTO DEL PLAN 408
DISCUSIÓN 411
CONCLUSIONES 424
RESUMEN 425

INTRODUCCIÓN

Aunque los montes o los majestuosos árboles pueden aparecer en el imaginario colectivo como símbolos de lo inmutable, en un mundo que muchas veces parece derrumbarse, esta tesis doctoral trata sobre el cambio en los ecosistemas. Pero, además, trata en gran medida sobre el cambio del cambio: la dinámica forestal se nos muestra como tremendamente variable, tanto de un lugar a otro como en el mismo lugar en diferentes momentos.

Entender los procesos es la clave para mejorar la forma de relacionarse con el medio. Paradójicamente, aunque la tesis tiene por objetivo mejorar el conocimiento para tratar de influir en un progreso en la gestión forestal, es decir, está orientada hacia el futuro, sin embargo se ocupa, e incluso recrea, en el análisis en el pasado: la comprensión de lo ocurrido en los ecosistemas es la única forma de predecir su futuro, por mucho que se estime que las dinámicas pasadas no serán las venideras.

Este trabajo, que se sumerge en el complejo mundo de la ecología, y en particular de la dinámica de los ecosistemas, pretende ser diferente a otros de la misma naturaleza en un aspecto que se entiende como clave: sin renunciar a cuestiones más teóricas, e incluso filosóficas, que sirven de marco para entender los aspectos más novedosos del estudio, nace con una vocación de que sea directamente aplicable en la gestión forestal.

Al autor de la tesis, funcionario ingeniero de montes, derroteros de la vida le han llevado, en el verano de 2011, a asumir la responsabilidad de la gestión forestal de los montes de utilidad pública de las Merindades, en el norte de Burgos. Se trata de una comarca con una enorme heterogeneidad en su medio y en sus masas forestales. Dentro de ella destaca por su especial complejidad el único municipio de la vertiente cantábrica burgalesa, el Valle de Mena. Es un territorio que abruma por la gigantesca empresa que supone implantar en él una gestión forestal de detalle, eficaz y moderna. En él siempre se tiene la impresión de no acabar de conocerlo nunca, pues cada pequeño recoveco en el terreno parece esconder una sorpresa; y de actuar siempre a remolque de los acontecimientos. El crecimiento de los bosques meneses, tras décadas de recuperación forestal, es magnífico; aunque sin duda es algo positivo, esto acrecienta la sensación de que el gestor siempre va por detrás de las necesidades del monte. Fruto de esta frustración, y del deseo de tener la iniciativa, nació la idea de empezar este trabajo.

El encanto menés corría el riesgo de convertirse, para el gestor, en una suerte de “infierno verde”, en el que la exuberancia parece confundirlo todo; sobre todo en verano, con el follaje brotado y cuando por momentos la heterogeneidad se disfraza de continuidad vegetal. Urgía, en consecuencia, desarrollar un sistema ecológico que sirviese para organizar de forma inteligible esa complejidad, para empezar a comprenderla, para descifrar sus códigos ocultos que sin embargo van dejando su impronta por doquier. El objetivo final es anticiparse y no simplemente constatar lo acaecido. En definitiva, mejorar el conocimiento para tomar la delantera y así sacar provecho de las arrolladoras fuerzas naturales, en lugar de luchar contra ellas o simplemente dejarse llevar.

Como estudio realista que pretende ser, y con la intención de que se constituya en nexo de unión entre investigación y gestión, aplicable en el día a día, es necesario que aúne elementos ecológicos y socio-económicos. No se trata de plantear solo una gestión científica de los ecosistemas, sino de que sea factible. Para ello es necesaria una cierta comunión entre ecología y economía, algo que no es habitual. En general los científicos plantean sus estudios sobre el medio natural obviando las implicaciones económicas, o en el mejor de los casos estas se abordan de una forma muy superficial. Este planteamiento parece otorgar una supremacía a la ecología en la toma de decisiones que colisiona frontalmente con la realidad cotidiana, en que la economía impone sus reglas.

En este estudio los aspectos económicos no se contraponen a los ecológicos, sino que se consideran dos facetas de una misma realidad. En general, una mala situación económica se suele asociar a una excesiva presión sobre los montes, y los desastres ecológicos suelen serlo también desde el punto de vista económico, al menos a largo plazo: la confrontación entre ecología y economía es más el enfrentamiento entre los objetivos a corto plazo y las perspectivas con más recorrido. Si se asume este postulado, la ecología se vuelve mucho más realista y aplicable, y la economía deja de ser nociva para el ecosistema.

Respecto a la ecología, la economía tiene una clara ventaja cuando se trata de evaluar entre diferentes opciones: lo que es mejor es lo que financieramente arroje un saldo más positivo; mientras, para la naturaleza no hay nada mejor ni peor, sino que el hombre debe definir sus objetivos ecológicos, algo en lo que es difícil llegar a un consenso. Lo más parecido a este

consenso son unas definiciones generales según las que se pretende tener ecosistemas diversos, heterogéneos a todas las escalas, estables, poco susceptibles frente a riesgos como los derivados del cambio climático, y que cumplan una serie de funciones como la regulación hidrológica, la provisión sostenida de recursos o la contribución a la belleza del paisaje.

En este trabajo se preconiza una aplicación de la ciencia ecológica para la gestión de los montes poco influida por paradigmas que califiquen de forma apriorística los ecosistemas. Se pretende diseñar una selvicultura orientada al cumplimiento de objetivos concretos que se caracterice por la aparente ausencia de prejuicios acerca de la bondad de cualquier tipo de actuación o de monte objetivo: algo solo es adecuado en la medida en que sirve para cumplir los objetivos planteados, que deben estar relacionados directamente con la satisfacción de necesidades humanas (materiales o espirituales) y no con ideas previas acerca de lo que es mejor; por ejemplo, que siempre sean deseables bosques irregulares que regulares, especies autóctonas que exóticas, bosques que matorrales, pies rectos que tortuosos, etc. Solo en cada contexto concreto, y para el cumplimiento de los fines propuestos, se podrá valorar si algo es preferible o no a otra alternativa.

OBJETIVOS

Se pretende disponer de un instrumento que sirva para anticipar el estado y dinámica futuros de los montes, para lograr diseñar una gestión forestal que cumpla los objetivos de toda índole que la sociedad fije en cada momento. Deberá ser un marco integrador, que recoja a cada escala la información dinámica más relevante, que sirva para cualquier tipo de ecosistema forestal y que permita una prognosis suficiente como para minimizar los riesgos inherentes a cualquier decisión de gestión. Su origen debe provenir de una fusión entre ciencia y aplicación práctica, algo por desgracia poco habitual.

Evidentemente, no es fácil construir modelos que permitan recoger la información ecológica esencial y hacerlo con costes asumibles. En nuestra sociedad actual no se puede plantear que los trabajos forestales, los estudios ecológicos o los planes de gestión haya que realizarlos “cueste lo que cueste”, porque el medio ambiente es muy importante: la obligación de técnicos y científicos es optimizar los recursos.

El principal objetivo de la tesis es desarrollar un modelo de dinámica forestal que pueda ser directamente utilizado para la planificación forestal en multitud de contextos ecológicos. Los planes resultantes deben servir, de una forma sencilla y efectiva, para llevar a cabo una gestión forestal basada en el conocimiento de los procesos ecológicos. El objetivo último es construir un modelo que sirva de forma eficaz para alcanzar los objetivos concretos que la sociedad vaya fijando en relación con la gestión de los montes. En este sentido, se parte de la base de que no existe un ecosistema intrínsecamente mejor, sino que su calificación se efectuará únicamente en función del grado de satisfacción de los objetivos previstos, teniendo en cuenta su contexto (espacial y temporal, ecológico y socioeconómico) y no de una forma apriorística.

La aplicación práctica exige una sólida base científica. El modelo que aquí se desarrolla pretende proponer una forma de planificación y gestión forestal que, con el mínimo coste económico y basado en el principio de mínima intervención o “que la naturaleza realice el trabajo”, consiga el máximo beneficio; tanto en términos monetarios como de resultados tangibles en lo que se definan como objetivos de mejora ecológica o paisajística.

El modelo deberá abarcar las fases de recogida de información ecológica, integración en un sistema que la organice adecuadamente, interpretación de los procesos y finalmente diseño de la planificación.

El modelo se aplicará, y hasta cierto punto se validará, en un lugar que encierra una notable diversidad: el Valle de Mena, en el extremo nordeste de Burgos. Y en un periodo concreto: el que media entre 1957 y la actualidad (año 2015). La elección del año inicial se debe a que en él se fotografió desde el aire todo Mena, y en realidad toda España; pero además coincide aproximadamente con el abrupto fin del sistema agrario tradicional, por lo que se espera que el trabajo realizado sirva para caracterizar el cambio ecológico que este acontecimiento socioeconómico ha provocado. En cuanto al ámbito espacial, se pretende que sea útil al menos para ecosistemas del norte de la Península Ibérica; no obstante, teniendo en cuenta la gran variedad que encierran, es previsible que un modelo fructífero en ese rango geográfico lo sea también en uno mucho más amplio.

1. EL MODELO DINÁMICO EN SU ENCAJE TEÓRICO

1.1. LÍNEA EPISTEMOLÓGICA

Este trabajo pretende ser a la vez una síntesis y una aplicación práctica del libro “Una teoría ecológica para los montes ibéricos” (Sevilla, 2008). La mayor parte de los conceptos aquí expresados presentan un desarrollo más en profundidad en el texto mencionado, que tiene la misma línea epistemológica. Además, se recogen algunas ideas modernas que figuran en textos científicos recientes, desde el año 2008 al 2015.

1.1.1. La capacidad de predicción en sistemas complejos

El conocimiento de los procesos ecológicos es la base fundamental para mejorar en eficiencia en la gestión de los ecosistemas. La prognosis o capacidad de anticipar acontecimientos futuros debería ser la vara de medir de la ciencia. Esto está plenamente asentado en disciplinas como la física, pero mucho menos en las ciencias biológicas. Solo así puede explicarse el éxito que han tenido trabajos basados en referencias a ecosistemas hipotéticos, ajenos a las dinámicas que se observan en la naturaleza, que se obvian cuando no coinciden con los postulados de partida; o análisis que no incluyen al hombre como factor ecológico, siendo este clave para entender lo sucedido en los últimos milenios.

Hay un motivo evidente para que las predicciones en los ecosistemas sean arriesgadas, y para el éxito de las teorías no predictivas, que Peters (1991) denomina no-teorías, es decir constructos intelectuales que no sirven para hacer predicciones: los montes son sistemas compuestos por multitud de organismos de variado tipo, con importantes diferencias a nivel individual, que viven en un medio heterogéneo a todas las escalas y que interaccionan a través de patrones que son producto de millones de años de evolución (Levin, 2002). Todo esto los configura como sistemas complejos (ver, por ejemplo: Messier *et al.*, 2013; Sevilla, 2013a), en los que algunos de los requisitos científicos habituales, como la posibilidad de replicación o la universal aplicación de las leyes son de difícil encaje.

No obstante las dificultades, la ciencia no puede ser ajena a los graves problemas ecológicos del mundo moderno, y de hecho el último siglo y medio ha sido fructífero en generar hipótesis y teorías que explican la realidad biológica y sirven para anticipar hasta cierto punto el futuro (Darwin, 1859; Clements, 1916; Gleason, 1917 y 1926; Watt, 1947; Leibundgut, 1966; Oldeman, 1990; Margalef, 1991; Hubbell, 2001). En todo caso, es importante reconocer que en los ecosistemas forestales las limitaciones en las predicciones son todavía muy importantes, incluso sobre aspectos esenciales de su funcionamiento.

Los forestales de campo siempre han estado presionados para anticipar las dinámicas futuras, a diferencia de los científicos, que han trabajado con mayor libertad. Si bien es cierto que muchos forestales han funcionado a base de recetas simplistas (y simplificadoras de los montes), muchos otros, basándose en observaciones propias y recogidas de gentes de campo con las que tenían contacto, han llegado a conclusiones propias acertadas sobre la evolución futura de los montes, aunque no comprendieran los mecanismos ni las bases conceptuales de los procesos. En esta tesis doctoral se pretende aprovechar el caudal de experiencias de los forestales perspicaces, que casi nunca aparece reflejado en la bibliografía a pesar de su enorme valor.

1.1.2. La incertidumbre

La ecología forestal y otras disciplinas que estudian fenómenos complejos, como son la meteorología, las ciencias sociales o la medicina, se pueden beneficiar de las aproximaciones englobadas bajo el paraguas del estudio de sistemas complejos. Son sistemas en los que la gran cantidad de elementos constituyentes y de interacciones entre ellos genera lo que se denomina caos, lo que no es sino un reconocimiento de nuestra incapacidad para efectuar predicciones precisas. Concepto que se puede aplicar a todas las escalas espaciales y temporales, salvo quizá a las de mucho detalle, donde los modelos mecanicistas parecen funcionar mejor: por ejemplo, es factible y relativamente preciso un modelo mecanicista del movimiento de la savia en un árbol, pero no (al menos por el momento) uno que prediga las dinámicas forestales a largo plazo.

Cuando un comportamiento se califica como caótico se está aludiendo a su impredecibilidad, a pesar de que se estime que en realidad está perfectamente determinado por las condiciones previas, es decir, es determinista. Esto marca una gran diferencia entre comportamientos aleatorios y caóticos: los primeros no dependen de las condiciones de partida y los segundos sí,

aunque ambos comparten que son intrínsecamente impredecibles. De la conjunción de estas dos ideas contrapuestas (determinismo e impredecibilidad) surge el concepto de caos determinista, que conlleva que ciertas cosas se pueden predecir y ciertas otras no (ver Levin, 2002). Algo que es de aplicación plena en los ecosistemas forestales, en los que no se conoce con precisión la ruta que van a seguir pero sí algunas que son más probables, otras que difícilmente ocurrirán y otras imposibles; y todo ello no solo en función de análisis estadísticos, como en los sistemas estocásticos, sino también gracias al conocimiento (parcial) del funcionamiento del sistema y de las condiciones de partida, siempre posible de mejorar en sistemas deterministas.

Los ecosistemas forestales cumplen perfectamente con las condiciones para generar caos: son muy complejos y heterogéneos a todas las escalas. Además, dependen de otros sistemas también caóticos, como el clima o las sociedades humanas. Como consecuencia, los ecosistemas nunca son totalmente predecibles pero tampoco completamente impredecibles, afirmación que se puede aplicar a todas las escalas espaciales y temporales.

Los sistemas caóticos pueden presentar dependencia sensitiva a las condiciones iniciales, es decir, que una pequeña variación en esas condiciones provoca, en ciertas circunstancias, grandes cambios en la dinámica posterior, lo que se ha popularizado como el “efecto mariposa” (Lorenz, 1979). También ocurre a veces lo contrario: algunos grandes cambios son intrascendentes a medio y largo plazo. En todos los casos es importante identificar los momentos dinámicos y actuar en consecuencia.

Afortunadamente, existen tácticas que permiten trabajar con sistemas caóticos, logrando un cierto control de sus variaciones, escogiendo los momentos oportunos y aplicando solo pequeños cambios en algunas partes del sistema (Ott *et al.*, 1990). Y también ejemplos prácticos y que nos facilitan la vida diaria de cómo se pueden ir mejorando las predicciones en sistemas caóticos, como muestra la meteorología.

Una de las características asociadas al caos determinista es que, por mucho que mejore nuestro conocimiento, es decir, tanto los modelos dinámicos como la información sobre el ecosistema actual, siempre habrá detalles que no se van a poder predecir. Es necesario asumir la incertidumbre como inherente a los ecosistemas forestales, e integrarla en la gestión.

Una de las implicaciones que debiera tener la asunción de la incertidumbre es que se deben superar sistemas de estudio, de gestión o de seguimiento que sean demasiado rígidos: siempre hay que estar expectante ante cambios imprevistos y, en la medida de lo posible, tener diseñadas respuestas frente a dinámicas o situaciones no contempladas en los planes, hipótesis o teorías. La flexibilidad en los postulados y la capacidad de adaptación son principios básicos en el análisis y en la gestión de sistemas complejos.

En los montes, como en cualquier tipo de sistemas complejos, se debe procurar convertir “la necesidad en virtud”, y no solo asumir la incertidumbre sino sacar beneficios de ella, por la capacidad de innovación que implica y por el hecho de que aquellos que la integren en sus análisis estarán en ventaja sobre los que no lo hagan. Así, la dependencia sensitiva a las condiciones iniciales es sin duda una dificultad para efectuar predicciones certeras pero, desde otro punto de vista, si se logran identificar esos puntos críticos donde las trayectorias divergen, se convierten en una oportunidad para cambiar las rutas ecológicas con relativamente poco esfuerzo.

La planificación que se establezca en un ecosistema (por ejemplo, para realizar los aprovechamientos de un monte) debe tener en cuenta la incertidumbre como atributo esencial y procurar generar dinámicas “antifrágiles”, es decir, que no solo soporten la incertidumbre sino que se beneficien de ella (Taleb, 2012); algo que por cierto también es de aplicación, por ejemplo, a los volátiles sistemas financieros, en los que la inseguridad parece superar a la certeza.

Es preciso asumir la incertidumbre y renunciar a absurdos planteamientos maximalistas del tipo “no intervenir hasta que no se conozcan todas las consecuencias”; lo que por supuesto no quiere decir que “todo vale”, sino exactamente lo contrario, esto es, que es preciso profundizar en el conocimiento para ir mejorando nuestras capacidades predictivas y nuestras formas de interactuar con el planeta. Pero precisamente una de las principales tácticas para mejorar las predicciones en sistemas caóticos es la conocida como ensayo y error: aunque es preferible conocer la organización y las claves del funcionamiento del ecosistema, la gestión adaptativa es un instrumento que permite obtener resultados sin conocer con precisión los mecanismos. Es decir, la experiencia ayuda a realizar predicciones certeras sin comprender los motivos de la dinámica observada; lógicamente, esta forma de proceder se robustece cuando se combinan conocimientos prácticos y teóricos, algo por desgracia muy escaso en España.

1.1.3. Estudio cualitativo y cuantificación

Los estudios cuantitativos, con su apariencia de rigor, crean una ilusión de objetividad que lleva a una cierta “fascinación por los números”, y a infravalorar como subjetivos y poco científicos los análisis cualitativos. La ventaja de la cuantificación es que es muy fácil objetivar con números y se evitan muchas ambigüedades que están presentes en el lenguaje, tanto en el común como en el técnico. Pero cualitativo no equivale a subjetivo ni cuantitativo a objetivo. En este sentido, cualquier estudio, no importa si es cuantitativo o no, conlleva la asunción de hipótesis subjetivas, que pueden ser explícitas o con mayor frecuencia no, y de esa forma parece reforzarse la objetividad, cuando lo único que se hace es ocultar el trasfondo teórico. Y, por otra parte, aunque las dificultades y limitaciones son mayores en análisis cualitativos, también es posible su objetivación, a través de establecimiento de clasificaciones dicotómicas, gradaciones, etc.

En sistemas complejos no sirve la expresión “los datos hablan por sí mismos”: las correlaciones ocultas con factores no analizados son la norma. Así pues, la interpretación de cualquier dato estadístico debe ser muy cauta, en especial si de ella se derivan consecuencias prácticas, pues puede ocurrir que se actúe sobre un factor con repercusiones contrarias a las esperadas, debido a que, a pesar de que la correlación estaba presente, la relación causal era con otro factor no tenido en cuenta (Figura 1.1.1).

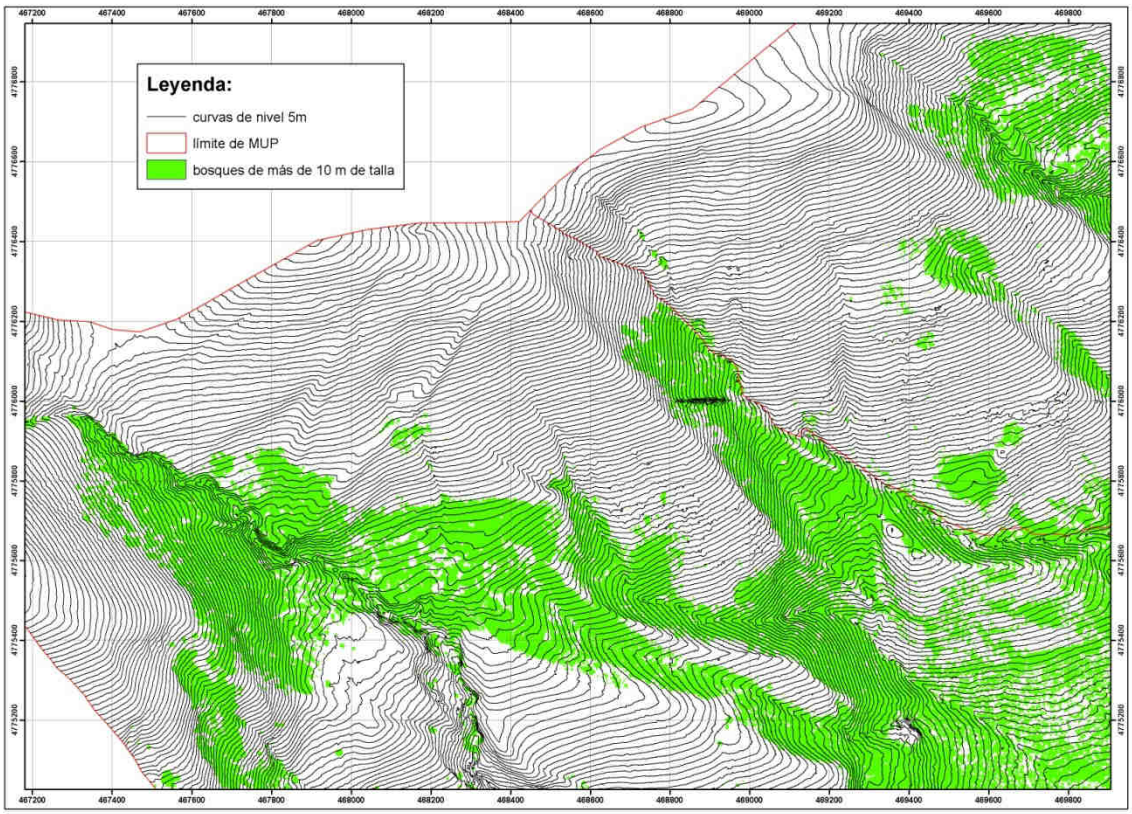


Figura 1.1.1. Como patrón general, en los montes de Ordunte, que limitan el Valle de Mena por el norte, los bosques de frondosas de cierta talla se encuentran recluidos en las vaguadas, que son más húmedas. Pero no se ubican aquí por falta de recursos hídricos en las lomas, sino porque en estas los incendios afectan más: el clima es suficientemente lluvioso y húmedo todo el año como para que robles y hayas se extiendan por las áreas de loma, y de hecho ocurre así en cuanto dejan de actuar los eventos renovadores intensos, incendios en particular. Se trata de una zona que tradicionalmente ha estado muy afectada por incendios de motivación ganadera. En la imagen se aprecian los bosques que superan los 10 m de altura, en una parte de los montes catalogados de Campillo y Burceña. El patrón de bosques refugiados en las vaguadas se desvirtúa por las repoblaciones y, tal y como se ha expuesto, se tiende a desdibujar por colonización espontánea de las lomas cuando disminuye el efecto del fuego.

Incluso existen muestras de correlaciones que funcionan en sentido inverso al que se podría deducir tras un puro análisis estadístico, sin filtros generados por el conocimiento ecológico. Un ejemplo de esta idea es que, en lugares en los que la fauna cinegética ejerce una presión crítica sobre el regenerado arbóreo, puede ocurrir que donde más se caza haya menos jóvenes frondosas. En este caso es evidente que los daños en la vegetación dependen de que haya más animales ramoneadotes, y no de que se cacen más. Pero la correlación mencionada entre el éxito

de la acción de cazar y el daño en el regenerado existe, y si las decisiones de gestión se tomasen solo en base a ese indicador numérico, se dejaría de cazar para que hubiese menos daño. Lo absurdo de la conclusión es evidente en este caso, pero en otros ejemplos las correlaciones con otros factores no considerados no son tan claras. Y, en todos los casos, es necesario un análisis causal, por grosero que sea, antes de pasar de los resultados de los análisis estadísticos a sus aplicaciones prácticas.

Cuando el grado de desarrollo de una ciencia, medido por su capacidad predictiva, no es muy elevado, pueden ser más realistas las predicciones cualitativas. En el actual estado de conocimiento acerca de los montes se estima que no es factible efectuar una cuantificación precisa de las tendencias ecológicas más relevantes (por ejemplo, cambio específico a medio y largo plazo), por lo que es preferible un estudio de tipo cualitativo que indique la evolución más probable del ecosistema, así como otras opciones menos probables pero posibles. No obstante, cuando se juzgue adecuado, se incluirán referencias numéricas por las ventajas de fácil comparación y mayor facilidad para soslayar la subjetividad.

El factor crítico para efectuar análisis numéricos que sean útiles es lograr que las cifras representen una realidad que es heterogénea a todas las escalas. Cuando las variables que se miden presentan una gran diversidad interna en las superficies de referencia, las medias pueden indicar muy poco. En estos casos el énfasis se debe poner en los análisis cualitativos, menos costosos, pero que lleguen al nivel de detalle requerido.

La heterogeneidad a todas las escalas es una característica intrínseca de los ecosistemas forestales, y cualquier parámetro numérico tiene siempre una limitada validez espacio-temporal. Por eso hay que extremar las precauciones cuando se trata de extrapolar datos a otro lugar o a otro momento temporal. Además, la importancia del contexto implica que hay que ser muy cuidadoso en el uso de cualquier parámetro descriptivo: es muy habitual aplicar o usar resultados o indicadores numéricos para lo que no sirven. Un trabajo cualitativo previo a la cuantificación es fundamental para lograr que esta sea verdaderamente representativa de la realidad que se desea analizar.

Cuando se trabaja con ecosistemas muy simplificados y además los objetivos no son ambiciosos, es más fácil que las cifras aporten información esencial. El ejemplo más claro en los bosques serían las repoblaciones coetáneas, monoespecíficas y con un objetivo de producir el mayor volumen de madera posible. Pero si se trabaja con bosques que no hayan sido homogeneizados, y sobre todo se pretende alcanzar objetivos variados y en el caso de la madera se apuesta por su calidad, los números sirven de poco frente a un análisis cualitativo, en especial si este se realiza en el campo, con un mayor grado de detalle y sobre todo por personal cualificado (Figura 1.1.2). En algunos casos podrá ser recomendable cuantificar posteriormente ese estudio cualitativo, sobre todo si los costes de hacerlo son bajos.

Figura 1.1.2. Foto 44860. Rodal regenerado a elevada densidad con *Quercus petraea*, *Fagus sylvatica*, *Sorbus torminalis*, *Sorbus aria* y *Acer campestre*, principalmente. Dado que los árboles ya están establecidos hay un amplio abanico para guiar el bosque mediante cortas comerciales, promocionando las especies y los individuos deseados. La alta densidad inicial ha servido para conformar fustes rectos y sin ramas, pero sin una cuidadosa selección de los pies a cortar el trabajo de la naturaleza se vería malogrado: con especies capaces de emitir brotes epicórmicos la dosificación del espacio vegetativo debe ser especialmente cuidadosa, eliminando la competencia de los pies que se desee promocionar pero de forma muy progresiva en función de las condiciones concretas, y respetando casi todos los pies dominados. En concreto, con los robles, solo cuando las copas de los pies de porvenir sean amplias se los podría liberar con una intervención intensa. Aquí la selvicultura numérica aplicada generalmente en España sería un desastre (Leciñana, Valle de Mena).

La fascinación por los números, o por qué se ha impuesto la homogeneización, afecta a las más variadas disciplinas científicas y en general aspectos de la vida. Cuando la guía para las actuaciones es numérica, es elevada la tentación de sustituir la realidad por números. Si se trata de árboles, cuenta lo mismo un pie mal conformado que bien, con oquedades o sin ellas, etc. Por supuesto, casi todo se puede parametrizar, pero algunas cuestiones son muy dificultosas y es preferible un análisis sobre el terreno. Dado que los árboles se señalan de uno en uno, no complica en exceso la aplicación de una selvicultura de árbol individual (de detalle): es lo natural. En este sentido, la selvicultura numérica, es decir, en la que importan más los parámetros descriptivos que el señalamiento de los pies por personal especializado, es una supuesta sofisticación perversa, que en realidad elimina mucho de lo que no debe ser objeto de simplificación.

Una muestra de hasta qué punto se ha hecho a la ecología descansar en exceso en los análisis numéricos es que se ha eludido todo aquello que es más difícil de parametrizar. Por ejemplo, a escala grosera, no se ha dado suficiente importancia ni a los eventos renovadores (elocuentemente calificados como “perturbaciones”) ni a los efectos diferidos, concatenados o en general los que caracterizan las complejas dinámicas históricas que han configurado los ecosistemas a lo largo de los milenios; quizá, a este respecto, el esfuerzo se ha hecho en mayor medida con un proceso de gran alcance como es la evolución genética, que es complejo y opera en todos los niveles, pero se han obviado otros que resultan claves en la escala de las décadas, que es la más utilizada en este estudio. A nivel de detalle, los factores más relevantes son fáciles de apreciar visualmente pero muy costosos de parametrizar, por lo que también se han obviado de la ecología numérica; esto se aprecia con nitidez en el acto del señalamiento de árboles para su corta, donde las medias a nivel rodal sirven solo como una vaga orientación, pues es claro que no es lo mismo un pie con potencial para generar madera de calidad que uno que no lo tenga, uno con un nido o con arquitectura adecuada para albergarlo que otro sin esas cualidades, un pie con un daño o sin él, uno vigoroso que uno débil, sano que enfermo, etc.

No obstante las limitaciones inherentes a cualquier estudio cuantitativo sobre sistemas complejos, casi siempre existen alternativas para realizarlo. La más obvia, y que parece más correcta, es la ya comentada de efectuarlo tras un análisis de tipo cualitativo que delimite el rango de validez de los números. Pero también existen opciones que permiten cuantificar aspectos ecológicos muy variados. En este sentido, si se quieren comparar situaciones ecológicas muy contrastadas, compatibilizar demandas diversas sobre los montes, o decidir entre alternativas, existe un integrador numérico que puede ser muy eficaz: el dinero. En el caso de la madera o en general de cualquier aprovechamiento del monte, salvo para objetivos muy concretos (abastecer cierta industria, fijación de CO_2), no importa maximizar su volumen sino su valor, y a pesar de ello los análisis económico-ecológicos han tenido muy poco éxito; por ejemplo, los forestales han buscado prioritariamente maximizar la producción de madera, algo incomprensible teniendo en cuenta que los propietarios no persiguen este objetivo, sino el de hacer más rentables sus explotaciones. Cualquier recurso natural o servicio ecosistémico es susceptible de valorar monetariamente, aunque sean cuestiones tan inaprensibles como la belleza de un paisaje, la importancia de una especie en peligro de extinción o de la regulación del flujo de nutrientes. En consecuencia, sorprende que no se haya hecho un uso más extenso del dinero como integrador de información ecológica, sobre todo teniendo en cuenta la fascinación que ejercen los números. Seguramente, el repelús a mezclar economía y ecología sea la causa última. Más adelante se volverá sobre esta idea de las valoraciones económicas como guía para la toma de decisiones ecológicas.

En los últimos años, una tecnología que se ha vuelto asequible ha logrado aportar datos numéricos baratos y expresivos de la realidad biológica: la información lidar, que proporciona de forma precisa y continua para todo el territorio dos variables de la máxima relevancia ecológica como son la altura y la fracción de cabida cubierta de la vegetación. Además, con un procesado adecuado y partiendo de una densidad de puntos suficiente, los datos lidar son susceptibles de proporcionar otras variables decisivas, como el volumen o el área basimétrica. Esta auténtica revolución técnica se ha unido a otras que se dieron en décadas precedentes: entre otras, las ortofotografías de detalle y, antes, la topografía de precisión, ambas cubriendo la totalidad del terreno, constituyeron grandes avances técnicos útiles para la gestión forestal.

Trabajando de forma conjunta y adecuadamente coordinada con todas estas y otras tecnologías, se ha mejorado enormemente la representatividad de los trabajos en gabinete. Pero estos siguen sin ser capaces de sustituir los análisis cualitativos en el campo, para lo que son necesarios profesionales bien formados, que deben trabajar asiduamente sobre el terreno y tener los conocimientos suficientes para extractar los aspectos esenciales de los ecosistemas que observan.

1.1.4. Holismo frente a reduccionismo

La ecología trata de encontrar regularidades en la naturaleza, pero ésta es heterogénea a todas las escalas y escapa a generalizaciones. Ya hace casi un siglo se perfilaron en la incipiente ciencia ecológica dos tendencias: una más holística (Clements, 1916), que tendía más a buscar patrones generales aunque para ello hubiese que efectuar drásticas simplificaciones, e incluso despreciar observaciones contrarias a los modelos y que éstos no explicaban satisfactoriamente; y otra más reduccionista, que en su origen tendía a dar más importancia a los atributos de especies e individuos, que finalmente en su conjunto conformaban todo un abanico de posibilidades imposibles de reconducir en un modelo simple (Gleason, 1917 y 1926). Esta tesis doctoral participa de ambas tendencias.

En ecología es habitual que se desarrollen modelos con gran apariencia de rigor (por ejemplo, por su compleja formulación matemática) pero que pasen por alto aspectos esenciales del ecosistema (Margalef, 1974). Así, no tendría sentido un modelo de dinámica de la vegetación en el que no se tuviesen en cuenta al menos las repercusiones más obvias de la fauna, tanto doméstica como silvestre (Figura 1.1.3). O si se obviase el efecto de eventos como los incendios. O en general de la historia previa. Y sin embargo, ha sido muy frecuente, en el estudio de los ecosistemas forestales ibéricos centrarse en el efecto del medio geoclimático o en aspectos florísticos, que son solo una parte del complejo puzle ecológico, obviando otros factores esenciales (ver, por ejemplo, Rivas-Martínez, 1987).

Figura 1.1.3. Foto 51639. Rodal dominado por *Quercus pyrenaica*, con pies de *Q. petraea* y subpiso de brezo (*Erica cinerea*), arándano y acebo. Puntualmente aparece majuelo (*Crataegus monogyna*), y regeneración anticipada de haya y mostajo (*Sorbus aria*). En los análisis florísticos se acostumbra a describir una situación como esta como "convivencia" entre las especies mencionadas, supuestamente propias todas ellas de estos robledales atlánticos. Sin embargo, desde una perspectiva integradora (holística) basada en el conocimiento de los procesos ecológicos, la imagen proporciona mucha más información relevante; en concreto sobre el régimen de renovaciones que ha configurado el ecosistema a lo largo del tiempo y que explica la dinámica del ecosistema, junto con el medio geoclimático y el bagaje genético disponible en los organismos. Por una parte, la presencia de brezo en un bosque denso solo es posible por un pasado en el que los incendios eran frecuentes y liberaban suficiente espacio vital para estas leñosas intolerantes (y pirófitas); de forma adicional, el propio dominio del rebollo (o incluso aunque fuera del roble), en un clima tan húmedo en verano, donde las hayas se desarrollan con extraordinario vigor, es también un indicador del efecto ecológico del fuego en el pasado. Por otra, se observan tocones antiguos, de árboles cortados con tronzador, que indican que, además del fuego, las cortas estuvieron presentes durante el sistema agrario tradicional. Muchos indicios informan del agente que se ha vuelto decisivo en los últimos años: los acebos se encuentran tremendamente recomidos, así como el arándano, que acaba de brotar; la regeneración anticipada, inapreciable en la imagen, no puede desarrollarse por el ramoneo; la propia falta de un estrato de regeneración de especies tolerantes bajo un dosel como el del rebollar que deja pasar abundante luz, en un lugar con abundante fuente de semilla de estas especies, indica que falla un proceso ecológico esencial para la perpetuación del bosque. En definitiva, la dinámica actual se ha visto dirigida por un agente relativamente nuevo, aunque no en la historia ecológica más remota: el ciervo. La presencia de acebos que han superado la altura de ramoneo, pero muy dañados en su parte baja, indica que la presión de estos fitófagos es ahora más elevada. La ausencia de un estrato de regeneración anticipada indica que, antes del ciervo, otros agentes la impidieron: fuego y pastoreo. Por supuesto, no tendría sentido considerar la vegetación al margen de otros componentes esenciales del ecosistema, con son los animales; o los hongos; o las bacterias o virus, en la medida en que su acción resulte relevante para la comprensión de los procesos. Y, como consideración final, no existe un bosque típico del lugar o climático: el que en el futuro domine una u otra especie dependerá de los procesos que tengan lugar, configurados por la precisa concatenación de eventos, como siempre ha ocurrido en el pasado, con o sin seres humanos (Partearroyo, Valle de Mena).

Cada elemento del ecosistema está conectado al resto mediante una compleja red de conexiones ecológicas, y no tiene mucho sentido su consideración por separado. Las relaciones tróficas son un nexo esencial, pero existen muchas otras de muy variado tipo, en general no independientes de las tróficas: por ejemplo, la facilitación de la predación por un tercero, la predisposición a un evento renovador o la competencia por el espacio vital. Algunos componentes resultan más cruciales, o al menos tienen repercusiones más obvias. Así, los árboles organizan el conjunto de relaciones en los bosques. Pero el papel de los grandes fitófagos también es determinante en los bosques, como muestra la imposibilidad de perpetuarse los árboles si su nivel es excesivo. Lógicamente, si los fitófagos son claves, también lo son sus predadores; y así sucesivamente. Con frecuencia, diminutos organismos, como insectos u hongos, cuando se presentan en un número

suficiente, también tienen una función ecológica relevante para el conjunto, tanto se consideren plagas como si no.

Una prueba del carácter holístico del funcionamiento ecológico se tiene cuando desaparece, o cuando se introduce, un organismo clave: se produce una reorganización del ecosistema que termina por afectar a todos sus componentes y, lógicamente, a la dinámica del lugar. Por ejemplo, la desaparición (fundamentalmente por la mano del hombre) del pino silvestre (y de otras coníferas) en la mayor parte de la Cordillera Cantábrica (ver, por ejemplo: Sevilla, 1997; Rubiales *et al.*, 2012) ha provocado que lo que ahora se entiende como "bosques naturales" de esos montes sea en realidad una versión muy empobrecida de los preexistentes a mediados del Holoceno (ver detalles en Sevilla, 2008). En sentido contrario, la introducción del lobo en el Parque Nacional de Yellowstone, en 1995, ha servido para realizar multitud de estudios que ponen de manifiesto algunas de las complejas conexiones biológicas (Mao *et al.*, 2005; Vucetich *et al.*, 2005; Creel y Christianson, 2009); el efecto de los lobos, por ejemplo, ha eclipsado las repercusiones a largo plazo de los gigantescos incendios de 1988 en la población de cérvidos (alces, en concreto) (Romme *et al.*, 2011). Pero seguramente el mejor ejemplo de esta brusca alteración del ecosistema en su conjunto con la llegada de un nuevo componente se ha dado con la introducción de especies exóticas en ecosistemas que habían permanecido relativamente aislados; como ocurrió con la llegada del conejo a Australia o con en general con los roedores en muchas islas de Oceanía. Desde luego, la llegada del hombre moderno a un continente o a una isla que no habitaba, se ha saldado siempre con un radical cambio ecológico, que tiene difícil parangón, por superlativo, con otros ejemplos previos (Roberts, 1989; Schüle, 1990; Diamond, 1997; Tudge, 2001). Con carácter general, los cambios profundos en un nivel trófico, o en la dinámica de las poblaciones de ciertos organismos clave, pueden llegar a afectar en otros niveles o seres vivos aparentemente poco relacionados

La necesidad de un enfoque integral, holístico, no es ajena al mencionado compromiso entre los análisis cualitativos y cuantitativos: para integrar lo esencial es preferible no ser en exceso ambicioso respecto a la posibilidad de cuantificar con precisión todas las influencias, al menos en el estado actual de conocimientos.

La prioridad en el holismo no impide realizar aproximaciones de detalle cuando se juzgue preciso, por ejemplo cuando se desea conservar una especie o un grupo de individuos en concreto. Pero no se debe olvidar que si se da preeminencia al reduccionismo, algo por otra parte muy frecuente por el cortoplacismo generalizado, por la presión de los especialistas en determinadas materias y por la dificultad del conocimiento holístico, los análisis van a ser sesgados y las acciones que se adopten van a incurrir en contradicciones, y en definitiva no se va a alcanzar una gestión ecológica eficaz.

1.1.5. La importancia de la escala y del contexto

Un atributo esencial de los ecosistemas es que son sistemas abiertos que están insertos en un contexto espacio-temporal que los determina. En cuanto a las tres dimensiones espaciales, es evidente que los ecosistemas dependen de los flujos con su entorno: luz, calor, agua, fauna móvil, propágulos, etc. En cuanto al tiempo, la historia previa, como se ha comentado, es decisiva para comprender la situación en un momento dado.

No solo se trata de las condiciones de contorno: un atributo originario es la escala de análisis; un ecosistema carece de sentido sin esa referencia contextual (Wiens, 1989). Para interpretar adecuadamente la compleja realidad ecológica es necesario un enfoque multiescalar: estudiar los ecosistemas a varios niveles espacio-temporales y analizar la relación entre la información y las conclusiones que se extraen a cada escala. Lo que sucede a un nivel es distinto pero no es independiente de lo que ocurre a otros. Al fin y al cabo, la realidad es única y las referencias de escala (o nivel) sirven para organizar la información, es decir, solo están en la mente de los hombres.

La escala tanto espacial como temporal es un ingrediente decisivo en cualquier estudio y en la misma existencia del ecosistema como representación de una compleja realidad, esquiva a una precisa descripción. En cualquier trabajo la escala es una referencia obligada, puesto que los resultados son dependientes del nivel espacial y temporal escogido. Incluso las respuestas obtenidas pueden ser contrarias cuando se cambia la escala de trabajo; por ejemplo, no es infrecuente en paleoecología comprobar cómo los movimientos generales de las especies a escala continental han convivido con desplazamientos en sentido contrario a escala más local (van der Knaap *et al.*, 2005).

El hecho de que los resultados puedan ser contradictorios en función de la escala empleada no implica que sean independientes: lo que sucede a un nivel de detalle lógicamente tiene su influencia en lo que ocurre a otros niveles más groseros, por agregación; y de forma inversa, los patrones a escala poco detallada, por ejemplo de distribución continental de especies o de climas, tienen una evidente repercusión local. Pero cada escala y cada nivel tienen sus propios sistemas de análisis, su forma de representación de la realidad, su manera de realizar inventarios o incluso su propio conjunto de preguntas (y respuestas) y su epistemología.

La escala permite organizar la información ecológica en niveles. Para dejar claras las referencias espaciales a las que a partir de ahora se hará alusión de forma implícita en este texto, se exponen los siguientes niveles:

1.- Grupo (también bosquete si es de árboles): centenares de metros cuadrados

2.- Rodal: hectáreas

3.- Masa: cientos de hectáreas

4.- Macizo forestal: cientos de kilómetros cuadrados

5.- Sistema orográfico: decenas de miles de kilómetros cuadrados

A este respecto es necesario realizar una puntualización: para efectuar la clasificación en niveles se han utilizado términos comunes, con el inconveniente de que estos no se usan habitualmente con tanta precisión. Incluso en este texto se permitirá una cierta licencia en el sentido que se utilizará la expresión tipos de masa para una clasificación que más bien se corresponde con la escala de los rodales; pero se ha preferido mantener esa expresión tan común para no convertir en más farragoso e ininteligible el texto.

Desde una perspectiva más antropocéntrica, el orden de magnitud en la extensión de los macizos forestales sería el comarcal, y el de los sistemas orográficos el regional. Dependiendo del tema tratado, pueden ser más convenientes estas denominaciones que expresan la idea de escala espacial desde los modelos de organización social y no desde una óptica centrada en el ecosistema forestal, como la propuesta.

En cuanto a la dimensión temporal, los análisis se van a realizar fundamentalmente en periodos del orden de décadas, a veces con más precisión (años) y otras menos (siglos). En este caso no se estima necesario establecer una nomenclatura de niveles como se ha efectuado con las dimensiones espaciales.

La información ecológica, para ganar relevancia, debe ser espacial y temporalmente explícita. Recoger ingentes cantidades de datos sin que se puedan ubicar correctamente en tiempo y espacio es una actividad costosa e ineficaz en términos ecológicos, pero que se ha efectuado con excesiva frecuencia, seguramente por la fascinación que se siente por los números, que parecen representar en sí mismos la realidad. En este sentido, puede ser más útil un estudio cualitativo pero temporal y espacialmente explícito, que uno cuantitativo pero que no recoja la ubicación de los datos. Afortunadamente, modernas tecnologías como los datos lidar o en general los sensores remotos, que proporcionan información espacial de tipo continuo en un momento dado, y sobre todo la facilidad para recoger esos datos de forma organizada en sistemas de información geográfica, han venido a solucionar un problema de organización de la información en los estudios ecológicos. En el pasado, estas dificultades llevaron a una preferencia por datos sin referencias espacio-temporales precisas; algo que ya debería estar superado, pero las inercias son difíciles de vencer.

En relación con el contexto de los ecosistemas es importante hacer algunas reflexiones en cuanto a sus límites. En primer lugar hay que reconocer que los ecosistemas se definen por conveniencia humana, como una manera de simplificar la compleja realidad, inabordable para una comprensión limitada: incluso los ecosistemas mejor delimitados en la naturaleza, como puede ser una isla, no son ajenos a su contexto, como se puso de manifiesto en los análisis que dieron lugar a la teoría biogeográfica de las islas (MacArthur y Wilson, 1967). Los ecosistemas son una especie de “camas de Procusto”, es decir, unos espacios delimitados de forma hasta cierto punto arbitraria (más bien en función de los objetivos del estudio) que a partir de ese momento pasan a ser considerados como intrínsecamente uniformes (al menos respecto a ciertos atributos), aunque se asuma su inevitable heterogeneidad interna.

Por otra parte, el estudio de los límites puede ser muy fructífero en ecología. En este sentido, su carácter de límite brusco (*limes convergens*) o difuso (*limes divergens*) es indicativo no solo de los flujos entre ecosistemas, sino de sus características y tendencias (ver ejemplos en Sevilla, 2008).

De igual forma que no tiene sentido, más que como ejercicio teórico (Margalef, 1974), considerar los ecosistemas aislados de su entorno, tampoco lo tiene el valorarlos de esta forma. Sin embargo, y por mucho que sea una aberración ecológica, es habitual que se evalúen los ecosistemas en sí mismos, y por ejemplo se les otorgue un valor de conservación independientemente de su contexto; esto tiene un cierto sentido para los ecosistemas más singulares, porque el reconocimiento de esa singularidad no deja de ser una forma de evaluar el contexto, pero no para ecosistemas más comunes.

1.1.6. Heterogeneidad frente a condiciones medias

Los montes son ecosistemas heterogéneos a cualquier escala de análisis que se adopte y cambiantes sea cual sea el periodo analizado. Este motivo debe servir para relativizar la importancia de la delimitación concreta que se efectúe, clasificando ecosistemas. Por otra parte, también debe servir para ser prudentes en el uso de cualquier variable estadística, y reconocer que tan importante como la media es la varianza o la desviación típica; y asumir que ningún análisis puede sustituir a la precisa distribución de los datos, pues forzosamente es una simplificación, útil para ciertos objetivos pero inútil para otros, y en ecología ya se ha mencionado la importancia de la ubicación en espacio y tiempo.

Los ecosistemas no están determinados por condiciones medias, sino por las concretas que les afectan en un momento dado y por la precisa concatenación de acontecimientos históricos que los han configurado. Por ejemplo, el efecto de dos eventos pasados puede ser muy diferente según sea el orden en que han tenido lugar: así, el pastoreo intenso de un rodal tiene un efecto muy diferente si se ha efectuado antes o después de una corta de regeneración, como muy bien saben los ganaderos y los forestales. Los montes se han configurado a lo largo de millones de años a través de una compleja historia que podemos iniciar (por conveniencia) en los grandes movimientos de ecosistemas (y de seres humanos) que tuvieron lugar tras la última glaciación, en el periodo neolítico o en los años 60 del siglo XX, con el fin del sistema agrario tradicional, por mencionar tres posibilidades. Las dinámicas ocurridas, que por la incompleta información y falta de conocimiento de los procesos nos resultan azarosas, han sido determinadas con precisión por los factores que en cada momento actuaron: los ecosistemas actuales encierran atributos que derivan de acontecimientos que ocurrieron hace décadas, siglos, milenios o incluso millones de años, en este último caso a través de los procesos de evolución genética que han dado lugar a los atributos vitales de los seres vivos que hoy día han “coincidido” en la faz de La Tierra.

1.1.7. Los montes como sistemas históricos

Como es reconocido desde muy antiguo, el clima, el sustrato y la topografía, que aquí se denominan de forma agrupada como medio geoclimático, ejercen una gran influencia en la configuración de los ecosistemas forestales. Hasta tal punto es así que incluso ha existido una importante corriente científica que ha centrado su análisis en estas influencias y ha considerado los factores históricos, es decir, las diversas vicisitudes por las que han pasado los ecosistemas, como “desviaciones”. No es el planteamiento de este trabajo: aquí se va a procurar la integración de los factores del medio geoclimático con otros con evidentes repercusiones como son los eventos que, destruyendo la vegetación, generan nuevas dinámicas, en un proceso que aquí se denomina renovación (ver, entre otros: Shugart, 1984; Pickett y Ostfeld, 1995; Wu y Loucks, 1995; Phillips, 2004).

Cada generación que sucumbe y da paso a la siguiente deja su impronta a través del legado, que puede consistir en semillas, sistemas radicales que rebrotan, materia orgánica acumulada, microclima (por ejemplo, troncos quemados que no obstante generan una cierta sombra), suelo formado, fauna de unas determinadas características, etc. Los ecosistemas así considerados estarían sometidos a dos procesos que intervienen secuencialmente: crecimiento y renovación.

La idea de que los ecosistemas, si no se perturban por los humanos, se encuentran en un perfecto equilibrio, tuvo mucho éxito en el pasado, pero mucho más como una aspiración de base religiosa que como un producto del conocimiento científico: los ecosistemas, influidos o no por el hombre, están sometidos a drásticas variaciones, que se podrían calificar desde una perspectiva humana como catastróficas. La idea del perfecto equilibrio, o de estados cuasiestacionarios a los que se llega cuando el hombre no interviene, no tiene más fundamento que la constatación de la decisiva intervención humana y la idealización de lo que ocurriría sin esta. Pero se desmonta rápidamente cuando se analiza lo que ocurre en los ecosistemas prístinos de tierras remotas, o los datos paleoecológicos. El no-equilibrio explica mucho mejor el funcionamiento ecológico (ver Pickett, 1980): los ecosistemas responden en cada momento dado a lo ocurrido en el pasado, y no están

ajustados, lógicamente, ni al presente ni al incierto devenir futuro, no más allá de lo que impone lo ocurrido en el pasado (ver Harper, 1982).

La vida es un continuo cambio en el que no tiene sentido (salvo quizá como divertimiento) la consideración de “etapas finales”. La vegetación climácica o potencial es una construcción intelectual con muy poca aplicación práctica y que no se va a utilizar aquí. Además, en su concreción estos constructos han resultado todavía más ajenos a la realidad, pues lo que podría haber tenido cierta utilidad ha sido contraproducente por la enorme simplificación dinámica de que han sido objeto y por el mal uso que se ha hecho de ellos, al otorgar a la supuesta vegetación climácica una superioridad de todo punto absurda, confundiendo lo que pueden ser tendencias ecológicas con los objetivos, que son los que el hombre establece, pues la naturaleza carece de ellos.

En la perspectiva dinámica aquí adoptada, la serie concreta de eventos que han afectado es tan decisiva que incluso es suficiente con que haya existido uno de diferente naturaleza a los habituales para que cambie el ecosistema durante siglos. Un ejemplo es un incendio extenso e intenso en una región donde estos eventos casi nunca se producen, que cambia la dinámica posterior durante siglos, a través de diferentes procesos: instalación de especies colonizadoras que no hubiesen tenido opción en otro caso, y que pueden cambiar la dinámica durante largos periodos si son longevas y tienen posteriores opciones de regenerarse, por ejemplo en pequeños huecos; eliminación de las especies más sensibles a los daños por fuego, que pueden tardar siglos en recolonizar sus antiguos dominios; generación de un nuevo ecosistema más sensible al fuego que se perpetúe mediante nuevos incendios; etc.

Oliver y Larson (1990) exponen varios ejemplos relacionados con la idea de eventos inusuales que dieron origen a algunos de los más magníficos bosques que existen en la actualidad: tanto espontáneos, como las sequías que acaecieron en torno al año 1.500 en el noroeste de Estados Unidos y que generaron condiciones propicias para la extensión del fuego en una región muy húmeda habitualmente, lo que condujo a la instalación de muchos de los bosques añejos que todavía existen; como inducidos por el hombre, como los cambios de uso del terreno al final de la Guerra de los Treinta Años (1618-1648), que dieron origen (entre otros) al famoso bosque de robles de Spessart, en Alemania.

Otro ejemplo se da precisamente en una situación contraria: roturación agrícola de montes en los que su forma de renovación durante milenios han sido los incendios. Esto se observa en zonas del noroeste de la Península Ibérica, cubiertas básicamente por brezos y otras matas pirófitas, donde las áreas roturadas durante los años de penuria posteriores a la Guerra Civil Española siguen en la actualidad con una dinámica muy diferente a la de zonas contiguas no labradas; lo que afecta no solo a los matorrales sino también a los árboles que los colonizan. Como siempre, el régimen de renovaciones es determinante. Lo curioso es que un solo evento, puntual en el tiempo, como puede ser que las fincas se labraron durante unas decenas de años, o incluso solo unos pocos años, y posteriormente se abandonaron, determina la dinámica de largos periodos: las especies que son mejores colonizadoras son las que se han instalado en las fincas labradas, y persisten en ellas aunque se vean sometidas al régimen común en la zona, que no es otro que el de incendios reiterados. De la misma idea y las mismas circunstancias, se puede extraer una conclusión complementaria: para la instalación de la típica vegetación que cubre estos montes, que son brezales con rebollos, ha sido precisa una muy larga serie de renovaciones en las que ha sido determinante el fuego, ya que la formación dominante no es buena colonizadora en la generalidad de las situaciones, y solo la repetición milenaria de incendios parece haberle otorgado una ventaja competitiva (Figura 1.1.4). Ver un ejemplo en condiciones muy distintas, pero con la misma idea de que un evento, o una serie de ellos, en un momento dado, cambia la dinámica ecológica por largos periodos, en Römermann *et al.* (2005).

Figura 1.1.4. Foto 3659rec. Las antiguas fincas agrícolas, que ocupan la parte baja de la ladera, están cubiertas de escobas y en ellas se regeneran abedules, que destacan por estar ya brotados. Más arriba dominan los brezos, y el árbol más difundido es el resistente rebollo, capaz de sobrevivir a los reiterados incendios que caracterizan los brezales y que son la causa de su existencia. Las diferencias en el medio geoclimático no son determinantes en este caso. Tampoco el actual régimen de renovaciones: la explicación hay que buscarla en el régimen del pasado, en concreto al final del sistema agrario tradicional (Villanueva de Omaña, León).

En este contexto dinámico, de perpetua modificación que afecta a estructuras, composición específica y también a las propias dinámicas que también son cambiantes, la gestión y la conservación de ecosistemas adoptan un nuevo enfoque, menos simplista y mucho más realista: ya no se trata de alcanzar un ecosistema hipotético con una superioridad intrínseca (la clímax), o de tender hacia él, sino que en cada momento y lugar se debe elegir qué dinámica interesa más para alcanzar o mantener los objetivos fijados.

Si los ecosistemas son siempre cambiantes, a todas las escalas espaciales y temporales, la constancia será una quimera. Y si, por algún motivo (por ejemplo, por razones de conservación) se desea conservar ciertos ecosistemas con los mínimos cambios será necesario aplicar la denominada “paradoja dinámica multiescalar”: para conseguir relativa constancia a un nivel espacial o temporal es preciso que se den los cambios adecuados a un nivel más detallado. Los ejemplos son muchos: rodales que se mantienen por renovación progresiva de sus bosquetes, bosquetes que permanecen gracias a que los árboles que los constituyen se van sustituyendo paulatinamente, pastizales que se aprovechan todos los años, brezales que se queman todas las décadas, masas dominadas por árboles intolerantes que logran persistir en medios favorables para otros árboles más tolerantes gracias a renovaciones intensas repetidas cada siglo, etc. (Figura 1.1.5).

Figura 1.1.5. Foto 27802. Rodal en el que se ha realizado un fuerte aclareo. Más al fondo se ve otro que ha sido objeto del mismo tratamiento. Idealmente, en los montes sometidos a los clásicos proyectos de ordenación, el ecosistema, en cientos o miles de hectáreas (nivel de masa o incluso de macizo forestal), es un conjunto de rodales (o masas, en montes muy extensos) con unas características que se van intercambiando en tiempo y espacio a medida que los sucesivos tratamientos se realizan en un mismo sitio, de tal forma que se logra una constancia a escala de monte entero de un mismo propietario (Navafría, Segovia).

En sentido contrario a lo expuesto en el anterior párrafo, una forma de asegurar transformaciones importantes a un nivel dado es prevenir los cambios en los niveles inferiores. También aquí los ejemplos serían muy numerosos: rodales que colapsan porque no se renuevan sus bosquetes, pastizales que se embastecen por falta de pastoreo, formaciones de matas pirófitas que se colonizan por árboles cuando se evita la acción del fuego, sustitución de árboles colonizadores por otros más tolerantes, etc.

La relativa constancia se puede lograr de forma espontánea o dirigida por el hombre, pero en la naturaleza es muy difícil lograr un equilibrio que mantenga los ecosistemas con pequeñas transformaciones: para conseguirlo se debe procurar un balance casi neutro entre crecimiento y renovación, y esto es algo muy infrecuente en unos sistemas biológicos que han evolucionado a través de continuo cambio y a veces radicales transformaciones desde su origen hace al menos 3.500 millones de años. Los seres humanos tienen la capacidad de promover en ciertas condiciones esa relativa constancia, pero requiere un gran esfuerzo y mucha suerte. En Europa hay bosques sometidos a proyectos de ordenación forestal en los que se ha logrado la relativa constancia a lo largo de un siglo, o excepcionalmente de varios, con más de un turno de aprovechamiento en el que al final del ciclo se repiten aproximadamente las condiciones de partida. Pero esto sin duda es un acontecimiento extraño al funcionamiento natural, donde lo habitual es la continua transformación. Más fácil es el mantenimiento de ecosistemas en periodos más cortos, como ocurre en pastizales bien aprovechados, en los que el ciclo de crecimiento y renovación es anual y no secular.

Según lo expuesto, las políticas de conservación deberían procurar los cambios necesarios en el nivel correspondiente para lograr el mantenimiento en el nivel superior objetivo. Pero en general esas políticas tienen más bien un trasfondo estático, más basadas en prevenir impactos que resulten perceptibles para la opinión pública que en un objetivo de conservar ecosistemas.

1.1.8. Los eventos renovadores

Una serie de agentes, como el fuego, el viento, el agua, los patógenos, los fitófagos, la gravedad o el hombre con sus variadas formas de intervención, ocasionan daños de diversa entidad en la vegetación (ver, entre muchos otros: con relación a incendios, Romme *et al.*, 2011; con relación al viento, Mitchell, 2013). Los eventos renovadores son acontecimientos que causan la eliminación, total o parcial, de la vegetación. Habitualmente, en los textos ecológicos se denominan

perturbaciones, pero aquí se evitará ese término porque implica algo ajeno al funcionamiento normal del ecosistema, que perturba sus equilibrios y estabilidad: en este texto se estima que los eventos renovadores son factores esenciales en la dinámica ecológica, con unas repercusiones tan obvias y generalizadas que cualquier análisis que las pase por alto será fútil. Un concepto semejante se puede aplicar a las poblaciones de otros seres vivos, y no solo a las plantas: para todo tipo de organismos la renovación constituye un aspecto clave de su biología; y la precisa manera en que se realiza determina muchos de los atributos del ecosistema.

En la literatura ecológica, sobre todo en la anglosajona, los eventos renovadores han sido claves en la explicación de la dinámica forestal. Los procesos generados como consecuencia de las "perturbaciones" han sido denominada "dinámica de parches" (Shugart, 1984; Pickett y White, 1985).

Los eventos renovadores se caracterizan por su tipo y por las magnitudes con que se presentan. Las magnitudes que se van a considerar son afección, extensión y frecuencia. La afección representa el grado en que el agente renovador produce cambios en el ecosistema, la extensión mide el tamaño del área renovada y la frecuencia indica el número de eventos que se producen en un periodo de tiempo. Pocas generalizaciones se puede hacer respecto a esas magnitudes, excepto quizá la efectuada por Margalef (1991) en el sentido de que los eventos más intensos son menos frecuentes.

El efecto de los eventos renovadores no depende en absoluto de si los ha desencadenado o ejecutado el hombre o si son espontáneos: son las precisas características de cada evento las que determinan sus repercusiones, y no si los seres humanos están en su origen o no. Un incendio de rayo, si se inicia en el mismo tiempo y lugar, produce los mismos efectos que uno originado por el hombre. Normalmente los patrones espaciales y temporales de los incendios generados por rayo son diferentes de los que causa el hombre, pero esa es otra cuestión. Lo cierto es que no hay dos eventos iguales y, lógicamente, tampoco sus efectos lo son. Las renovaciones que provoca el hombre reúnen habitualmente un conjunto de características que son distintivas de las espontáneas: por ejemplo, en las cortas desaparecen del ecosistema parte de los troncos, porque esa es su esencia; el efecto del ganado es diferente del de los fitófagos silvestres; etc. Los seres humanos tienen la capacidad de imitar, hasta cierto punto, las renovaciones espontáneas (O'Hara y Ramage, 2013), e incluso existe una corriente de pensamiento que preconiza la vuelta a regímenes naturales de renovaciones (Seymour y Hunter, 1999).

Los principales tipos de eventos renovadores cuya acción está documentada en la Península Ibérica son:

- Incendios
- Derribos
- Cortas
- Repoblación forestal: habitualmente los trabajos de preparación del terreno conllevan la eliminación de al menos una parte de la vegetación preexistente
- Desbroces
- Aludes
- Granizadas, sequías, heladas y otros eventos climáticos
- Movimientos en masa (deslizamientos, desprendimientos de terreno)
- Plagas y enfermedades
- Efecto de grandes fitófagos. Aquí también se incluye la acción de animales de tamaño similar a los conejos, muy importantes en la Península Ibérica
- Cultivo agrícola
- Alteración intensa del suelo: por minas a cielo abierto, escombreras y otros vertederos, procesos urbanísticos, severa erosión, etc.
- Avance dunar
- Inundaciones
- Muerte por elevada concurrencia
- Decrepitud

Las rutas sucesionales son extraordinariamente complejas en función de los eventos renovadores que acaezcan, hasta el punto de que las trayectorias que teóricamente sigue el ecosistema, desde el inicio de la colonización de un terreno desnudo (sucesión primaria) hasta el supuesto dominio

de una vegetación más o menos estable, se convierten en entelequias de escasa valía en la prognosis. A este respecto son especialmente importantes las renovaciones parciales, que actúan con mayor frecuencia que las totales y que generan inextricables patrones, cuya dificultad de desentrañar deriva de la compleja secuencia de eventos y respuestas que suscitan (Figura 1.1.6).

Figura 1.1.6. Foto 48597. Rebollar con abundante regeneración anticipada de haya y, en menor medida, de *Sorbus aucuparia*. En los rebollos se aprecian cicatrices orientadas hacia la parte alta de la ladera; algo que habitualmente denota la acción del fuego como agente de una renovación parcial. El haya es muy poco resistente al fuego, por lo que no parece lógico que se haya visto favorecida. La explicación dinámica, como en muchas otras situaciones de los montes españoles actuales, radica en el brusco cambio de régimen de renovaciones que se ha producido en el último medio siglo: el medio geoclimático es muy favorable al haya, pero el rebollo tenía ventaja durante el sistema agrario tradicional, en el que imperaba un régimen intenso de renovación. El último incendio, a juzgar por el grado de recubrimiento de las heridas que provocó, ocurrió hace algunos años más de los que ahora tienen las jóvenes hayas. En este caso el fuego simplemente ha retrasado la tendencia sucesional, pero no ha variado su dirección (Villaescusa del Butrón, Burgos).

1.1.9. Los seres humanos como un factor ecológico

La humanidad se ha convertido en un factor ecológico de primer orden en todos los ecosistemas del planeta, de forma directa e indirecta. En este último caso, por ejemplo, a través del cambio climático o de la deposición lejana de contaminantes. Es ilustrativo a este respecto el ejemplo del Parque Nacional de Yellowstone, un área protegida de unas 900.000 ha que se considera una de las muestras de la naturaleza más prístina de Norteamérica y del planeta; a pesar de la gran extensión, la gestión de combustibles que se realiza en su exterior, en concreto el control de incendios, afecta de forma muy evidente en interior, lo que tiene un impacto trascendental en su dinámica ecológica y por tanto en las características de sus ecosistemas (ver Romme y Despain, 1989) (Figura 1.1.7 y Figura 1.1.8).

Figura 1.1.7. Foto 33334. Los grandes incendios son un factor esencial en muchos de los ecosistemas menos alterados por los humanos, como el Parque Nacional de Yellowstone. Aquí, el "catastrófico" incendio (más bien conjunto de incendios) de 1988 afectó a 683.000 ha (Rothermel *et al.*, 1994), de las cuales más de 200.000 fueron pinares de *P. contorta* dentro del parque; ahora se encuentran de nuevo cubiertas de árboles, conformando una gigantesca generación de pinos. Con extensiones quemadas de esas magnitudes, es fácil comprender cómo un cambio en el modelo de combustibles o en el patrón de incendios fuera del parque, por grande que este sea, afecta también dentro (Yellowstone National Park, Estados Unidos).

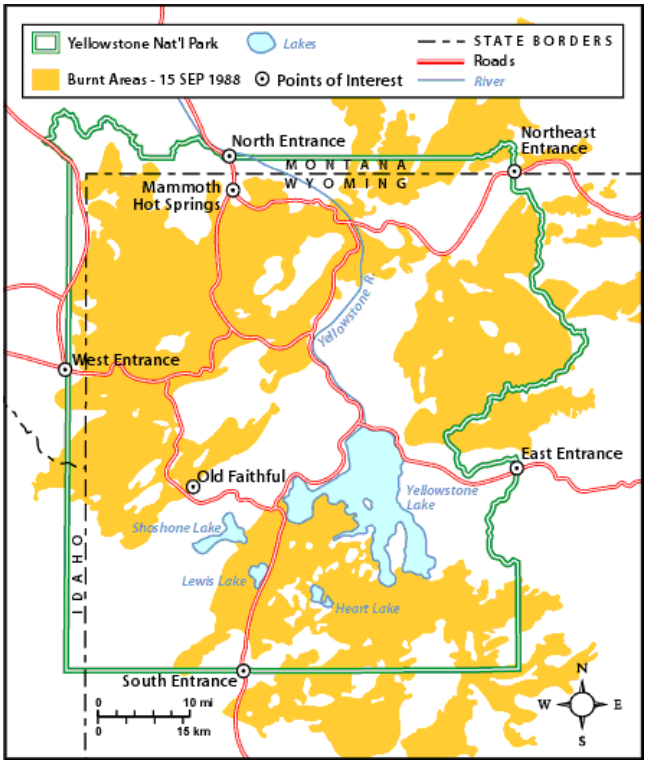


Figura 1.1.8. En el Parque Nacional de Yellowstone, paradigma mundial de la conservación y de la naturalidad, existen estudios que demuestran que el régimen de incendios fuera del área protegida afecta de forma directa a su interior (ver, en relación a este tema: Agee, 1993; Spies y Turner, 1999). Por si alguien albergaba dudas al respecto, en 1988 unas condiciones extraordinarias hicieron evidente algo que ya lo era: los incendios no conocen de límites administrativos (ni los de estados ni los de espacios protegidos, como se aprecia en el mapa). Y los incendios son decisivos para conformar la estructura y composición del ecosistema, es decir, determinan en buena parte sus valores de conservación. En concreto, entre todos los incendios que en conjunto suman las casi 700.000 ha quemadas, cada uno bautizado con un nombre propio, el mayor de todos, denominado North Fork, se originó fuera del parque, en el Targhee National Forest, en una corta a hecho en la que un trabajador arrojó un cigarro; desde allí el fuego progresó hacia el noreste, y en menos de dos meses quemó unas 215.000 ha, en su mayor parte dentro de los límites del parque nacional.

En un lugar como Europa occidental, con los seres humanos actuando desde hace más de un millón de años, cualquier interpretación que no tenga en cuenta esta apabullante realidad es absurda. Las reservas forestales, en las que no se actúa, no muestran en absoluto la dinámica ecológica sin humanos, sino simplemente sin intervenciones directas, que no son siempre las más decisivas.

Los efectos de la acción humana son evidentes hoy día en casi cualquier rincón del planeta. Pero el hecho de que en el pasado la tecnología estuviese mucho menos desarrollada no es óbice para que los seres humanos, incluso los prehistóricos, tuviesen una influencia decisiva en la configuración de los ecosistemas. En particular, desde que el hombre domina el fuego, lo que se puede datar en la Península Ibérica hace medio millón de años (Naveh, 1994), su impacto sobre el territorio puede ser enorme. De esto hay abundantes muestras en la historia ecológica de La Tierra, como cuando humanos prehistóricos colonizaron América o Australia, e incluso por lo que ocurre hoy en día en lugares remotos, con una población humana muy baja pero con capacidad suficiente para transformar el terreno con sorprendente rapidez, por medio del uso del fuego (ver ejemplos en Sevilla, 2008).

Además de a través del fuego, el hombre prehistórico influyó de variadas formas, entre las que hay que destacar el efecto sobre la fauna, en especial la de mayor tamaño, que por otra parte tenía una gran incidencia sobre la vegetación. Con ciertas especies llegó incluso a su extinción, lo que está documentado en gran variedad de situaciones, a veces en combinación con cambios climáticos, pero no siempre (ver: Martin y Klein, 1984; Roberts, 1989; Schüle, 1990; Altuna, 1990; Diamond, 2005).

Dado que los ecosistemas responden de forma conjunta a los factores que sobre ellos inciden, no existe forma alguna de efectuar predicciones acertadas obviando una parte sustancial de esos factores: salvo en casos extremos de ecosistemas prístinos (inexistentes en la Península Ibérica) o tremendamente influidos por los humanos (por ejemplo, una ciudad), siempre hay que conjugar los factores más directamente relacionados con el hombre y los que lo están menos; incluso en esos extremos no es descartable una influencia humana en lugares remotos ni por supuesto la influencia natural en los sitios más controlados por el hombre. La acción del hombre no es independiente ni de la de otros agentes ni del medio geoclimático. Los eventos renovadores actúan sobre unos ecosistemas cuya propia configuración y el medio en el que viven determinan la respuesta final (ver un ejemplo en Urbieta *et al.*, 2008). Por otra parte, el comportamiento de los humanos no es independiente del medio que habitan. En este sentido, Zeder (2009) expone cómo el cambio climático, actuando de forma conjunta con factores sociales, estimuló la revolución neolítica en el Oriente Medio, desde donde se extendió por el planeta. También respecto a los orígenes de la domesticación y de la agricultura, Marshall y Hildebrand (2002) plantean que la predecibilidad en el acceso a los recursos es un factor que puede ser más importante que su abundancia total; por eso, la variabilidad del clima, y no solo sus valores medios, tuvo y tiene una influencia decisiva en la relación del hombre con el medio.

Los seres humanos influyen en los ecosistemas sobre todo imponiendo un régimen de renovaciones muy diferente al que existiría sin ellos (ver, por ejemplo, López-Merino *et al.*, 2009). Pero también de otra forma muy decisiva: modificando las especies o en general los genotipos que intervienen, tanto eliminando directamente organismos, como estableciendo barreras que impiden su llegada o, en sentido contrario, facilitando el acceso; el moderno mundo, enormemente conectado por intercambios de todo tipo, posibilita la llegada de especies a lugares que de otra forma le estarían vedados, con grandes beneficios (cultivos que sirven para proporcionar recursos) y perjuicios (organismos patógenos). Y, finalmente, también influyen los hombres modificando el medio geoclimático, a veces de forma drástica como en las minas a cielo abierto, y otras más sutil e insidiosa, como a través del cambio climático.

1.2. DESCRIPCIÓN DEL MODELO DINÁMICO

Desde hace varias décadas existen multitud de modelos de dinámica forestal que predicen, con menor o mayor fortuna, la evolución de un ecosistema forestal partiendo de unas condiciones dadas, con o sin referencias espaciales explícitas (Shugart, 1984; Pacala *et al.*, 1996; Ngugi y Botkin, 2011; etc.). En esta tesis doctoral se va a desarrollar un modelo de dinámica forestal fundamentalmente cualitativo, aunque con evidentes posibilidades de realizar una cuantificación. El modelo acepta de antemano las incertidumbres inherentes a cualquier sistema complejo como son los montes. Pretende integrar todos los factores relevantes en la configuración del ecosistema, incluyendo los efectos de las actividades humanas. Es multiescalar y asume que a cada nivel de trabajo la información empleada, su organización, los métodos y tácticas del modelo, así como sus resultados serán diferentes (ver detalles en Sevilla, 2008).

La ontogénesis del modelo habría que buscarla en la forma en la que realizan sus observaciones y predicciones la gente de campo en general y los profesionales forestales en particular. Estos se han enfrentado durante siglos a problemas ecológicos sobre el terreno y a demandas sobre los montes a los que imperiosamente tenían que dar respuesta: así se ha generado un cuerpo de conocimientos muy amplio, muy valioso por recoger toda la complejidad de la naturaleza y por la continua labor de mejora mediante ensayo y error, pero muy difícil de organizar en un sistema. Por supuesto, además de las experiencias de los forestales, propias y ajenas, el modelo se basará en trabajos preexistentes, para lo que se realizará una revisión bibliográfica.

El modelo procurará la integración de la información geoclimática con los eventos renovadores, porque se entiende que estos dos conjuntos de factores, unidos a la existencia de unas determinadas condiciones de partida, y en particular las fuentes de semilla y otros propágulos existentes, son los que determinan en cada momento la estructura y composición de los ecosistemas.

1.2.1. Base dinámica

En el núcleo del modelo propuesto subyace la hipótesis de que, en condiciones dinámicas no excesivamente alteradas por efecto directo o indirecto de las actividades humanas, cada fracción de espacio vegetativo liberado por un evento renovador será ocupada por alguna planta, y aquí se diferencian dos posibilidades fundamentales:

1.- Si en las proximidades del espacio liberado ya crecen plantas que tienen capacidad de expansión, estas ocuparán el hueco según patrones de desarrollo conocidos, con un proceso que es susceptible de predicción mecanicista, precisa, con un grado de incertidumbre pequeño salvo que intervengan nuevos eventos renovadores.

2.- Si el espacio es lo suficientemente grande, se producirá la instalación de nuevas plantas, según un proceso más incierto que el desarrollo de las plantas ya establecidas: es imposible predecir con exactitud qué especie finalmente tendrá éxito, pues intervienen factores identificados pero imposibles de fijar con precisión (por ejemplo, el comportamiento de los animales que dispersan semillas o el tiempo meteorológico que acontecerá).

En principio se regeneran todas las especies que disponen de propágulos, y su instalación y desarrollo depende de las circunstancias concretas (particularmente la cantidad de espacio vegetativo disponible y el efecto de los fitófagos) y de los atributos vitales de las especies regeneradas, sin importar ni el estado sucesional (especies intolerantes se regeneran en huecos de bosques dominados por árboles tolerantes), ni en general la adscripción que se efectúe del ecosistema a una categoría (figuras 1.2.1 a 1.2.3). Este enfoque epistemológico encaja perfectamente con los principios del caos determinista.

Los modelos que predicen rutas sucesionales sencillas son completamente inservibles por su alejamiento de la realidad. Esto no significa que todas las opciones estén abiertas: por ejemplo, la tolerancia guía inexorablemente la sucesión en un sentido y no en el contrario, y la diferente apetecibilidad y resistencia frente a fitófagos también lo hace cuando estos animales son abundantes.

La dinámica forestal se va a reducir, en una aproximación inicial, solo a dos procesos: crecimiento, es decir, desarrollo de la vegetación establecida, y renovación, esto es, eliminación de plantas o sus partes y aprovechamiento del espacio vegetativo liberado por otras plantas, o por rebrote o expansión de las mismas.

El proceso de cambio paulatino que aquí se expresa sucintamente con el término crecimiento ha sido el más estudiado, englobando también la renovación (al menos cuando esta tiene lugar a escala detallada), bajo el nombre de sucesión. Dado que la sucesión abarca procesos de muy distinta naturaleza, lo que lo convierte en un proceso muy complejo, aquí se prefiere diferenciar entre el crecimiento y decadencia de una generación en la vegetación dominante, lo que se va a denominar fases de desarrollo, y la sustitución de especies e individuos, que va a constituir propiamente la sucesión; en este esquema, el desarrollo en fases se convierte en un subproceso dentro de la sucesión. En ambos casos se trataría de cambios relativamente lentos; los rápidos se abordarían en el estudio de las renovaciones.

Figura 1.2.1. Foto 12628. En el terreno removido por el derribo de una gran haya se han regenerado varios abedules. Alrededor dominan tres especies tolerantes: hayas, acebos y avellanos. En general en los pequeños huecos de los bosques sucesionalmente avanzados tienden a instalarse especies tolerantes, pero las excepciones son la norma en la naturaleza. Las condiciones son muy adecuadas para la instalación y desarrollo de un árbol intolerante y de rápido crecimiento como es el abedul o podrían ser los pinos: con el derribo el sustrato mineral se ha expuesto a aire y es accesible directamente para las semillas; y el hueco generado es de un tamaño suficiente como para que la luz llegue en abundancia. En estas circunstancias, el asentamiento y desarrollo de un taxón intolerante es simplemente una cuestión que se interpreta como azarosa: la llegada de sus semillas en el momento adecuado, antes de que la concurrencia sea excesiva. En general, las especies pioneras tienen semillas ligeras y rápido desarrollo inicial que les permiten aprovechar las ventanas de oportunidad. Estas excepciones con carácter general no impiden identificar tendencias sucesionales claras. Desde otra perspectiva es una cuestión de escala: las dinámicas a niveles superiores son compatibles con cambios a más detalle en sentido contrario (Rioscuro, León).

Figura 1.2.2. Foto 39685. Borde de hayedo, en la parte alta del monte. A pesar de que se trata de uno de los lugares con la máxima precipitación del Valle de Mena, probablemente en torno a los 2.000 mm anuales, y con una elevada humedad ambiental todo el año, en el regenerado, además de robles y hayas aparece el de dos árboles de carácter más mediterráneo: rebollos y el arquetipo de la mediterraneidad, la encina. En realidad, más que aridez lo que denota la presencia de estas dos especies es un pasado reciente en que los incendios eran frecuentes. Además, sobre todo las encinas son árboles que resisten muy bien el ramoneo de fitófagos, muy abundantes en la solana de los montes de Ordunte (Nava de Ordunte, Valle de Mena).

Figura 1.2.3. Foto 51544. Al lado de un delgado tronco caído se ha regenerado un haya. Esta imagen, a pesar de ser de detalle, resume de forma elocuente el radical cambio ecológico, a escala del valle en su conjunto, en el que están inmersos los montes meneses. Restos de madroños que formaban parte de un denso estrato, del que ya solo quedan individuos decadentes, bajo un robledal que alguna vez fue abierto y que si nada lo evita será un hayedo: los ciervos impiden la instalación del roble, que se muestra incapaz de aprovechar los huecos generados por derribos, cortas u otros eventos. Toda una alegoría del origen y el destino del ambiente mediterráneo en estos húmedos parajes (Hornes, Valle de Mena).

1.2.2. Los atributos vitales son decisivos

La enumeración de táxones presentes, así como su distribución y abundancia, supone un primer paso en el conocimiento ecológico. En este estudio no se va a realizar un análisis florístico, que no se considera necesario para los objetivos perseguidos y que, por otra parte, cuenta con magníficos antecedentes, por ejemplo en los trabajos de Bariego y Gastón (2002), Alejandre *et al.* (2006), y muchos más. Sí se juzga en cambio necesario profundizar en algunas de las implicaciones ecológicas que supone la presencia de unos táxones vegetales y no otros. El nexo de unión entre botánica y ecología se va a establecer a través de los atributos vitales de especies y organismos (individuos), poniendo énfasis, lógicamente, en aquellos que se juzguen más relevantes en la dinámica forestal.

En la prognosis ecológica es fundamental conocer los atributos vitales de los organismos implicados, ya que estos son los que determinan sus habilidades para aprovechar las circunstancias, o sus debilidades que implicarán su reducción o exclusión del ecosistema (Noble y Slatyer, 1980). En la bibliografía es frecuente que la coexistencia de diversas especies se aprecie desde un punto de vista muy superficial, y prueba de ello es que en general las referencias son del tipo de que las especies “conviven”, o que los bosques de tal tipo se caracterizan por la presencia de un listado de especies. Esta visión simplista procede de un análisis de la vegetación desde un punto de vista florístico, no ecológico. Para abordar este último, sin duda más complejo por abarcar todos los aspectos, es preciso conocer los atributos vitales de las especies, muy en particular dos que son decisivos para establecer su rol en la dinámica del rodal: la tolerancia y la talla que pueden alcanzar. También influyen muchos otros atributos como la longevidad, separación de sexos, edad de madurez sexual, producción y liberación de semillas, vecería, viabilidad de las semillas, grosor de la corteza, otras defensas frente a posibles organismos perjudiciales, velocidad de crecimiento en diversos momentos de la vida, modelo de crecimiento y posibilidades de adaptación, momentos de salida y caída de la hoja, duración de las hojas en la planta, tamaño máximo de la copa, altura máxima, forma del sistema radical, capacidad de rebrote en raíz, cepa o tronco, posibilidad de multiplicación por acodo, estolones, etc.

Respecto a los atributos vitales existe una notable diversidad entre individuos pertenecientes a una misma especie: aunque la organización taxonómica es una de las más consistentes, compartir unos atributos genéticos y unos rasgos morfológicos no implica un funcionamiento ecológico idéntico. Los ejemplos son muy variados: plantas que alcanzan mucha más talla (o muy inferior) de lo habitual para la especie, animales enormes (o enanos), pies tolerantes de especies intolerantes (y viceversa), individuos precoces o tardíos (en su madurez sexual o en el brote de sus hojas), árboles que no rebrotan al ser cortados mientras que la mayoría de los de su especie sí lo hacen, etc. (Figura 1.2.4). En algunos casos se puede identificar la causa de la diferencia individual, como puede ser que un pie arbóreo viva en una estación especialmente buena, lo que le permite alcanzar más talla o ser más tolerante; o que un árbol no rebrote porque su cepa es ya de un gran tamaño. Pero es muy habitual que no existan diferencias ni en el medio geoclimático ni en la edad u otros factores con los que se puede relacionar el comportamiento excepcional, y en estos casos se asume que la causa última es genética, lo que siempre es algo difícil de refutar, ya que la genética influye siempre.

Figura 1.2.4. Foto 1254. Hayedo que está rebrotando tras un severo daño producido por una intensa helada primaveral que ha tenido lugar con las hojas ya desarrolladas. Las hojas quemadas por el hielo dan este extraño color rojizo para un hayedo en pleno mes de mayo. Superpuesto a un patrón asociado a la altitud, según el cual las hayas más bajas han rebrotado más, existe otro de apariencia caótica: a una misma cota, mientras algunos pies ya están cubiertos de hojas verdes, otros no han empezado a desarrollarlas. Diferencias a nivel individual explican el contraste fenológico dentro de una altitud (Salio, León).

Los atributos vitales de las especies y los individuos condicionan la forma precisa que adoptan en sus relaciones con otros seres vivos. Así, por ejemplo, la tolerancia solo adquiere sentido por comparación con otros vegetales. La talla marca de forma crucial la relación que se establece entre las plantas: las que tienen mayor capacidad de acumular crecimientos en altura pueden sobrepasar a las demás y, en función de la tolerancia relativa, eliminarlas, disminuir el crecimiento o incluso protegerlas. También para los animales, el tamaño es muy importante, hasta el punto de que puede marcar la diferencia entre comer y ser comido. Dado que los atributos vitales y los rasgos funcionales son sumamente variados, existe una enorme variedad de compilaciones de los mismos en las especies e individuos, y en la forma en que marcan la interrelación con otros organismos.

Los árboles, por ser las plantas de más talla, condicionan al resto de la vegetación y al ecosistema en su conjunto, de forma decisiva, mediante una intrincada red de relaciones asimétricas, como son casi todas en ecología. Por eso van a ser objeto especial de análisis, pero siempre asumiendo que es fundamental entender el papel de otros organismos; lo que por otra parte es obvio donde los árboles no dominan.

1.2.2.1. **Modelos de crecimiento de los árboles**

El crecimiento no es un proceso aleatorio: se produce según patrones arquitecturales conocidos y con velocidades en parte predecibles en función de la calidad de estación (Figura 1.2.5). Para muchos efectos los árboles son “sustentadores de hojas” con unas características diferenciales (grado de cubierta, modelo arquitectural, etc.), sin ser necesaria su asignación taxonómica.

Entre los modelos más comunes en los bosques europeos tenemos:

- Modelo de Rauh: *Quercus*, *Pinus*, *Populus*, *Fraxinus*
- Modelo de Massart: *Abies*, *Taxus*, *Ilex*, *Alnus*
- Modelo de Troll: *Fagus*, *Tilia*, *Ulmus*, *Celtis*, *Acacia*
- Modelo de Scarrone: *Acer*

Las desviaciones respecto al patrón genético tienen lugar también de forma no completamente estocástica. Causas comunes de estas desviaciones son traumatismos de variado tipo, que

generan de forma típica una respuesta que consiste en que el árbol repite a menor escala la arquitectura del árbol completo, a partir de una rama o yema que quedó por debajo de la zona afectada por el daño. Este fenómeno se denomina reiteración (figuras 1.2.6 a 1.2.10).

En otras ocasiones, los daños no generan una respuesta a través de la reiteración. Una de las posibles opciones es que simplemente desaparezca la parte afectada, sin que el espacio liberado sea ocupado a través de un comportamiento reiterativo. Esto ocurre sobre todo si los daños afectan a árboles que no conservan la capacidad de producir nuevas ramas desde ciertos ejes. En los extremos respecto a ese comportamiento están los pinos y otras coníferas que no rebrotan desde su tronco, y los robles, que lo hacen con facilidad y hasta avanzadas edades (Figura 1.2.11 y Figura 1.2.12).

No solo los traumatismos generan desviaciones respecto al modelo prefijado genéticamente. Así, las condiciones de crecimiento casi nunca son óptimas y siempre son heterogéneas, de forma que el árbol recibe estímulos para adaptar su crecimiento de forma que logre un mejor aprovechamiento de las circunstancias. Este es uno de los motivos por los que las copas de los árboles presentan asimetrías, a veces tan grandes que comprometen la estabilidad del ejemplar en su conjunto, e incluso del bosquete o rodal en que se ubican (Figura 1.2.13). Otros motivos, como los lentos movimientos de reptación, también son causa de desviaciones del patrón genético de crecimiento (Figura 1.2.14). En definitiva, los árboles hacen lo que pueden para aprovechar lo mejor posible los recursos a su disposición sin comprometer su estabilidad, dentro de un amplio pero no ilimitado catálogo de posibilidades de desarrollo.

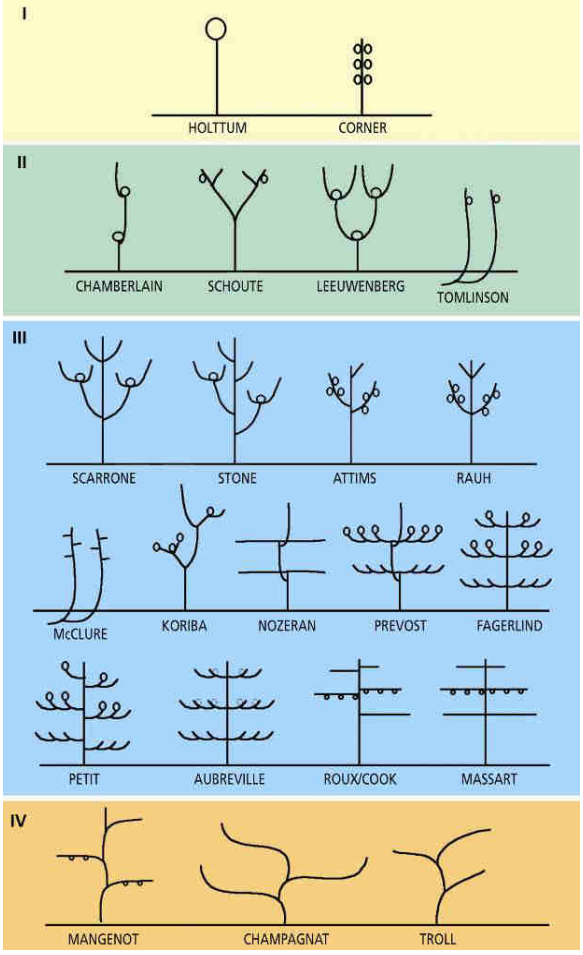


Figura 1.2.5. Modelos de crecimiento de los árboles forestales. Estos 22 modelos recogen todas las posibilidades según las que pueden crecer todos los árboles del planeta. Buena parte de la variedad se debe a los árboles tropicales (ver: Hallé y Oldeman, 1970; Hallé *et al.*, 1978).

Figura 1.2.6. Haya trasmocha en los montes de la Peña, en medio de un denso bosque dominado por hayas y quejigos relativamente jóvenes. El porte de la vieja haya indica que el bosque es ahora mucho más denso de lo que lo era durante el sistema agrario tradicional. Los árboles trasmochos son un ejemplo de reiteración provocada por el hombre: al cortar un pie a cierta altura del suelo, superior al alcance del ganado, este rebrota (reitera) a esa altura. Se trata de una técnica diseñada para hacer compatible el aprovechamiento de leñas y el intenso pastoreo. Es una muestra del elevado grado de explotación del medio durante el sistema agrario tradicional y de cómo se aplicaba de forma práctica el conocimiento de los patrones de desarrollo de los árboles (Ovilla, Valle de Mena).

Figura 1.2.7. Comparación de las ortoimágenes de 1957 y de 2009 del lugar donde se tomó la fotografía de la figura anterior. Su comparación deja poco margen de duda respecto al cambio acaecido: en 1957 (imagen en blanco y negro) la ladera estaba iniciando su recuperación tras siglos de intenso pastoreo, todavía con dominio de pastizales, unos pocos árboles copudos entre los que estaría el haya trasmocha de la fotografía, y joven regenerado arbóreo en fase de latizal; en la actualidad la zona está cubierta de un fustal denso, casi todo de frondosas espontáneas (sobre todo haya y quejigo), aunque también se aprecia una repoblación de *Pinus radiata*.

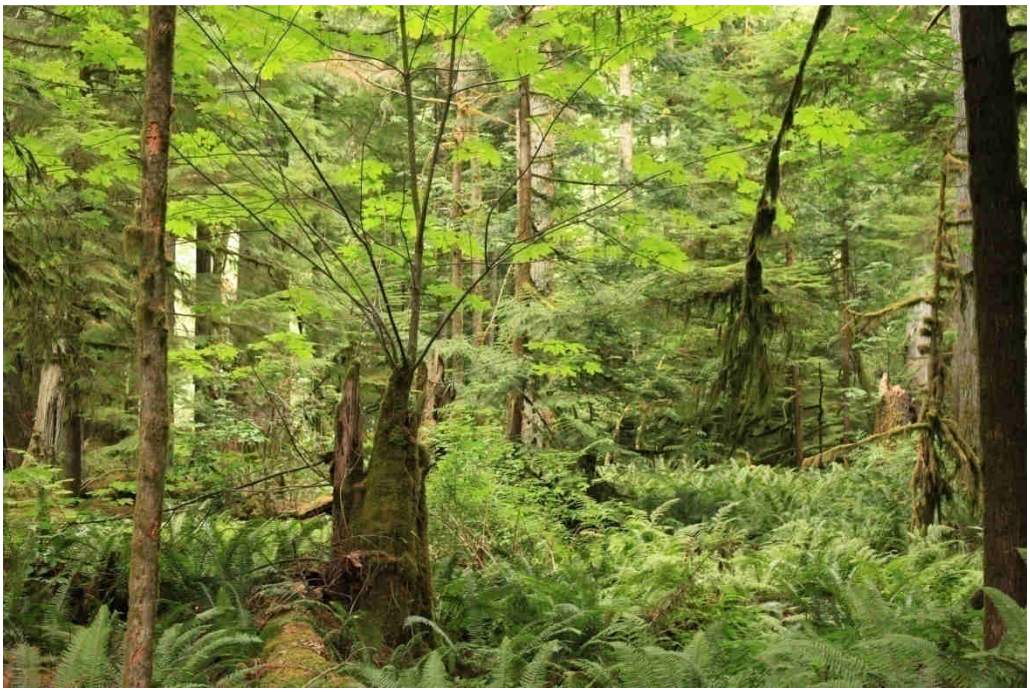


Figura 1.2.8. En la naturaleza, sin la intervención del hombre, se dan procesos que también conducen a la creación de trasmochos, aunque el resultado es siempre diferente al que adquieren los pies que son sometidos a reiteradas podas para configurarlos como trasmochos. En este ejemplo, se ve cómo desde los restos de un tronco de arce se han emitido brotes a cierta altura sobre el nivel del suelo. En lugar de una poda aquí el desencadenante del traumatismo ha sido la caída de un gran árbol (MacMillan Provincial Park, Canadá).

Figura 1.2.9. Abedul que vive en el límite superior del bosque. Presenta una estructura más permanente, compuesta por el tronco y alguna rama gruesa, y otra estructura más efímera, constituida por la generalidad de ramas y ramillas. En cada nevada en que se acumula mucha nieve pesada, como la que se aprecia, se renueva la parte menos permanente del árbol, que reconstruye su copa mediante reiteración. Aunque esta arquitectura se puede dar con otras especies arbóreas, es característica de los abedules que viven en áreas con abundancia de nieve húmeda, debido a que son árboles con ramas más frágiles que otros con los que conviven, como hayas y robles (zona del puerto de los Tornos, Cantabria).

Figura 1.2.10. Los árboles siempre intentan recuperar su modelo de crecimiento prefijado genéticamente. Esta haya se combó cuando era joven y flexible, y posteriormente varias ramas adoptaron el modo de crecimiento de árboles completos, en un proceso que se conoce como reiteración (Rioscuro, León).

Figura 1.2.11. Pinar de *P. pinaster* afectado por un incendio. Las llamas han eliminado todo el follaje por debajo de 6 m, en ocasiones algo más. Esto ha provocado que la parte baja de la copa de los pinos haya desaparecido, y que los pies más pequeños hayan sucumbido. Los supervivientes no tienen la capacidad de recuperar la parte perdida de la copa. Su patrón de crecimiento les llevará fundamentalmente a expandirla hacia arriba (Mijas, Málaga).

Figura 1.2.12. Roble ubicado en las proximidades de un derribo masivo, afectado por un brusco incremento de luz. Para aprovechar el incremento del espacio vegetativo derivado de la abundante luz lateral el roble ha emitido ramas a partir de un tronco que antes estaba libre de ellas. Este mecanismo de reiteración es idéntico cuando se efectúa una clara en exceso intensa: no importa el origen sino solo las precisas características del evento renovador (Gijano, Valle de Mena).

Figura 1.2.13. En las laderas los árboles tienden a desarrollar más la copa hacia la parte baja de la pendiente. Es un efecto de la posición relativa: si los pies son de talla semejante, el lado de la copa más alejado del terreno recibe más luz. En busca de la luz algunos pies se inclinan para maximizar su intercepción de este recurso. Las especies frondosas tienen en general menos tendencia a mantener la verticalidad de su eje principal, sobre todo algunas como *Quercus pyrenaica*. No obstante, también ocurre con algunas coníferas, como los *Pinus halepensis* de la imagen. A veces muchos de los pies de un rodal acaban inclinados, en una especie de efecto dominó, pues la inclinación de unos árboles induce la de los otros (Península de Formentor, Islas Baleares).

Figura 1.2.14. El movimiento de reptación en la ladera se hace patente, además de por un relieve con rellanos y bruscas inflexiones, por el porte de los árboles más viejos, que aparecen inclinados y con un tipo particular de reiteración, en la que las ramas de un lado van comportándose como árboles individuales a medida que el tronco al que están unidas va perdiendo la vertical. En la imagen destaca un viejo quejigo, que intenta seguir ocupando el mismo hueco en el dosel a pesar de que cada vez está más inclinado. Para lograrlo, además de reiterar, desarrolla sus ramas hacia el hueco, en sentido contrario al tronco, para compensar su desplazamiento. Los movimientos en profundidad son relativamente comunes en el Valle de Mena, en particular sobre margas, que una vez húmedas tienen un coeficiente de rozamiento muy bajo, y en umbrías, en las que el suelo es más profundo y está con frecuencia saturado de agua (Leciñana, Valle de Mena).

1.2.2.2. **Talla y tolerancia**

La talla y la tolerancia son dos atributos vitales básicos para entender la dinámica forestal en los términos en que se expone en este trabajo. De forma combinada, determinan en buena medida los procesos que tienen lugar en ausencia de drásticos eventos renovadores. Pero, por supuesto, es necesario considerar además otros atributos, porque solo el conjunto es decisivo.

La precisa combinación de atributos vitales de cada especie e individuo, expresando sus capacidades en un heterogéneo medio geoclimático y partiendo de unas concretas condiciones de “iniciales”, es la que determina la precisa dinámica de cada ecosistema. Teniendo en cuenta la gran diversidad de especies de plantas que potencialmente intervienen, las diferencias entre individuos con la misma adscripción taxonómica, la infinitad de situaciones de partida y la variedad de respuestas en función del medio en que habitan, las combinaciones son innumerables. Sin entrar aquí en grandes profundidades a este respecto (ver más detalles en Sevilla, 2008), se puede afirmar que un primer paso para interpretar adecuadamente la dinámica de un rodal es la consideración de la talla y la tolerancia de las especies cuya presencia sea más conspicua.

Afortunadamente, para cada zona concreta existe un notable conocimiento de la talla que pueden alcanzar y de la tolerancia de las especies que habitualmente existen en cada lugar o en otros similares. La particularización de esta información para el Valle de Mena se efectuará en el capítulo 2.

Quizá para expresar someramente la importancia de la talla y la tolerancia en los procesos que tienen lugar en la vegetación pueden ser suficientes unos ejemplos. Así, las especies o los individuos que superan en talla a sus rivales, adquieren una posición privilegiada que les permite desarrollarse independientemente de su tolerancia. Si una planta queda relegada respecto a las que convive, existen dos opciones: si es tolerante en relación a la cubierta, sobrevive; si es intolerante, termina por sucumbir, generalmente tras un periodo en el que malvive a costa de las reservas acumuladas en otros momentos. Dado que las combinaciones de especies, lugares y dinámicas son infinitas, pero los patrones generales se repiten, a continuación se van a ilustrar con imágenes en las que queda claro el papel relevante de la talla y la tolerancia. Aunque aquí se han recogido algunas situaciones especialmente expresivas, cualesquiera otras son susceptibles de interpretar en los mismos términos (figuras 1.1.15 a 1.2.17).

Figura 1.2.15. Las tres imágenes dan cuenta, de forma elocuente, de la importancia de la talla y la tolerancia como organizadores de la dinámica forestal. Se han escogido por la relativa simplicidad de los procesos aquí observados, fruto de la homogeneización que han producido los trabajos de preparación del terreno y posterior plantación: se han homogeneizado las condiciones de instalación de los árboles mediante una preparación del terreno contundente (arado con desfonde) y una plantación de brinzales de la misma especie a un marco regular de espaciamiento. El hecho de que, al menos en apariencia, solo intervengan dos especies de plantas, además con atributos vitales muy contrastados, facilita la visualización de los procesos. Se trata de una repoblación efectuada con *Pseudotsuga menziesii* en abril de 1996. Las imágenes están fechadas, respectivamente, en septiembre de 1999, mayo de 2001 y diciembre de 2013. En la primera se ve cómo los abetos de Douglas compiten en el mismo estrato con las matas de *Cytisus multiflorus*. Pero la guía de las coníferas ya ha superado la altura de las matas, lo que supone el fin del periodo más crítico, en el que la competencia con la vegetación no arbórea puede impedir el desarrollo de los pies plantados. Un atributo vital como es la mayor capacidad de los árboles para acumular crecimientos impone las condiciones básicas de la relación entre especies y, al final, determina la dinámica del rodal en su conjunto. La superación se ve consolidada en la segunda imagen. En la tercera ya se ha culminado la expulsión de las leguminosas, que son intolerantes y han sucumbido con rapidez ante la intensa sombra que arroja *Pseudotsuga*; las matas han desaparecido y recientemente se han podado las ramas bajas de los árboles. Los atributos dinámicos ilustrativos de los procesos se observan aquí especialmente bien a

escala de rodal, debido a su homogeneidad interna. Gracias a que la mata leguminosa es una excelente colonizadora, la ocupación vegetal del terreno tras los trabajos de preparación del mismo ha sido un proceso de muy rápido, como también lo han sido el de superación de las coníferas a las matas y el de expulsión de estas, merced a que la especie introducida es de crecimiento rápido, y de que todo ello ha tenido lugar en una buena calidad de estación: todos estos procesos se han completado en 18 años desde el intenso evento renovador que supuso el laboreo en profundidad del terreno. Con otras especies y en otros lugares menos productivos los procesos serían los mismos, pero el tiempo empleado para culminarlos sería superior y, en muchos casos, menos completo, obvio y didáctico (Losada, León).

Figura 1.2.16. La tolerancia guarda una evidente relación con las rutas sucesionales. Si la tolerancia relativa es lo suficientemente contrastada, puede resultar más decisiva a largo plazo que la talla, puesto que los pies intolerantes terminarán por morir sin haber eliminado a los tolerantes. Lógicamente, las longevidades respectivas también están involucradas. En la imagen, aunque hay más especies, se distinguen tres de diferentes tallas y tolerancias: los chopos (*Populus nigra*), que forman la generación inicial de grandes pies que todavía podrán persistir décadas pero que permiten desarrollarse bajo su dosel a muchas otras especies (*Acer pseudoplatanus*, *Sorbus aria*, *Sorbus domestica*, *Ulmus minor*, *Prunus avium*, *Fraxinus excelsior*, *Taxus baccata*, *Ilex aquifolium*, *Corylus avellana*, *Crataegus monogyna*); los avellanos, que forman la matriz del dosel, entre la que destacan algunos árboles de más talla; y un tejo, que es la especie más tolerante y que desarrolla su follaje donde el resto no pueden (Ferradillo, León).

Figura 1.2.17. Bajo el pinar de *P. radiata*, plantado hace unos 60 años, existe un denso estrato de vegetación, pero que dista mucho de comportarse de forma homogénea: dentro del subpiso cada especie y cada individuo harán valer sus capacidades, que derivan de sus atributos vitales, para desarrollarse e intentar prevalecer. Formando parte del subpiso del pinar nos encontramos:

- Regeneración de frondosas relativamente tolerantes que pueden devenir en árboles de gran talla: *Quercus robur*, *Quercus rubra*, *Fraxinus excelsior* y *Castanea sativa*
- Regeneración de frondosas relativamente tolerantes que podrían convertirse en árboles de mediana talla: *Quercus pyrenaica*, *Quercus ilex* y *Sorbus torminalis*
- Regeneración de frondosas tolerantes que solo llegan a ser arbolillos: *Ilex aquifolium* y *Corylus avellana*
- Arbustos no tolerantes que solo llegan a ser arbolillos: *Arbutus unedo*
- Regeneración de coníferas intolerantes con escasas opciones de supervivencia si no se abren huecos para ellas: *Pinus radiata*

Además de la talla que pueden alcanzar y de la tolerancia, otro atributo resulta decisivo para predecir el resultado de la interacción dentro del subpiso: la velocidad de crecimiento en altura en estas condiciones de media sombra. A este respecto, especies como los madroños o las encinas tienen escasas opciones frentes a otras como el fresno o el castaño (Nava de Ordunte, Valle de Mena).

1.2.3. Fases de desarrollo

Con la base del conocimiento, aunque sea elemental, de los atributos vitales de las especies vegetales que intervienen en un ecosistema y con esquema dinámico simple, solo basado en dos procesos contrapuestos (crecimiento y renovación

La dinámica de un grupo o rodal comenzaría tras la acción de un evento que cause una renovación de la suficiente entidad como para dar origen a una generación de plantas que domine el ecosistema por un periodo dado. En esa generación se sucederían secuencialmente una serie de fases, dirigidas por el crecimiento de la vegetación dominante. Los acontecimientos decisivos para dividir en fases son (Sevilla, 2008):

1) Eliminación de la vegetación anterior. Inicio de la nueva generación.
2) Primer cierre de cubierta en el que intervienen plantas capaces de alcanzar distintas tallas, con un predominio de las leñosas.
3) Cierre de un dosel arbóreo.
4) Momento de mínima importancia del sotobosque: es aquél en el que ha bajado la presencia en el sotobosque de especies más abundantes en los medios despejados y todavía son escasas las plantas tolerantes.

5) Culminación del crecimiento en altura de los árboles del dosel superior.
6) El dosel superior es alcanzado por árboles más jóvenes que los pertenecientes a la generación inicial, o bien estos últimos han entrado ya en franca decadencia.
7) Dominio de la vegetación correspondiente a generaciones posteriores. Muerte de los últimos árboles que componían la generación inicial. Fin de esta generación.

Lógicamente, debido a la velocidad relativamente lenta de los procesos en la vegetación y a la heterogeneidad ecológica a todas las escalas, estos acontecimientos no son instantáneos, sino que tienen lugar durante un periodo más o menos dilatado, lo que no es incompatible con datarlos en un momento dado (por ejemplo, en la mitad del periodo) si se considera necesario. Las fases comprendidas entre los acontecimientos definidos previamente son:

1.- Ocupación del espacio liberado tras la renovación
2.- Superación de los árboles al resto de la vegetación y cierre de dosel arbóreo
3.- Eliminación o disminución de las especies relativamente intolerantes
4.- Instalación de plantas tolerantes
5.- Culminación de los árboles del dosel superior
6.- Relevo de los árboles del dosel superior

De forma más abreviada las seis fases se pueden denominar:

1.- Ocupación
2.- Cierre (de dosel)
3.- Expulsión
4.- Reposición
5.- Culminación
6.- Relevo

El esquema propuesto es un modelo que, como todos simplifica la realidad y es más ajustado en ciertas condiciones. No todos los ecosistemas encajan bien en el esquema de fases propuesto:

- Bosques en los que el dominio se reparte en superficies muy pequeñas en cada una de las cuales domina una generación
- Montes donde los árboles no completan la cubierta
    - Por medio geoclimático duro
    - Por renovaciones parciales

Los atributos de estos ecosistemas se pueden deducir en parte a partir de los propios de las fases descritas. Por ejemplo, si en una dehesa (bosque abierto de forma permanente) hay árboles muy viejos compartirá atributos con un monte en fase de relevo, en cuanto a características de los pies que la componen, aunque también con uno en fase de ocupación, por la falta de cierre de dosel. En los bosques multigeneracionales con mezcla íntima de generaciones, algunas procesos de los descritos son poco expresivos, como la expulsión, debido a que la vegetación heliófila apenas está presente, ya que el espacio vegetativo está ocupado casi permanentemente por especies tolerantes; esto ocurre especialmente en montes tratados por cortas de entresaca pie a pie durante largos periodos, algo muy poco frecuente en la Península Ibérica pero habitual en Centroeuropa (Figura 1.2.18 y Figura 1.2.19).

Figura 1.2.18. En bosques tratados mediante entresaca, o en general en los que en periodos suficientemente largos no se han dado eventos intensos y extensos, las especies propias de medios despejados tienen pocas oportunidades para instalarse y, como consecuencia, al menos parte de las fases expuestas son poco expresivas. Lo que se entiende por "periodo suficiente" depende sobre todo de la calidad de estación: en los sitios mejores, sirven unas décadas; en los más duros, incluso siglos serían insuficientes para excluir a la vegetación heliófila. En este bosque, dominado por abetos, píceas y hayas, los pequeños huecos causados por cortas o derribos son rápidamente ocupados por una prolífica regeneración, sobre todo de haya, aunque también de las otras especies mencionadas; en todo caso, poco espacio vegetativo queda para plantas que no soporten una elevada concurrencia. Cuando el hueco es un poco más grande, también tienen oportunidades para instalarse arces (*A. pseudoplatanus*), carpes (*Carpinus betulus*), sauces, alisos y saúcos (*Sambucus racemosa*); de forma que, aunque de forma poco conspicua, también se dan aquí, a nivel de bosquete, procesos semejantes a los reflejados en las fases expuestas (Bu Teni, Rumanía).

Figura 1.2.19. Final de la fase de expulsión en un bosquete dentro de un rodal dominado por hayas (alguna trasmocha, de una generación anterior al resto) y algunos robles (*Q. petraea*). Se observa cómo los brezos (*Erica arborea*) han sucumbido por la intensa concurrencia. En el futuro darán paso a un sotobosque de plantas tolerantes en la fase de reposición; bajo las hayas este sotobosque no será muy abundante, debido a su densa sombra. La presencia de las viejas hayas trasmochas convierte el rodal en multigeneracional, pero en este caso ese carácter no desvirtúa la nitidez de las fases (Bárcenas, Burgos).

1.2.4. Estadios en la sucesión

La sucesión se centra en el estudio de los fenómenos de sustitución de especies en ausencia de renovaciones de importancia. La sucesión englobaría el proceso de desarrollo de una generación en la vegetación dominante, que se analiza por separado, como fases, por facilidad de comprensión.

El proceso sucesional se caracteriza por un progresivo aumento de la talla y la tolerancia de la vegetación implicada. Una clasificación en estadios sucesionales podría ser la siguiente:

1.- Suelo desnudo o cultivo agrícola
2.- Herbáceas forestales
3.- Matorral
4.- Prebosque
5.- Bosques dominados por árboles intolerantes
6.- Bosques dominados por árboles semitolerantes
7.- Bosques dominados por árboles tolerantes (Figura 1.2.20)
Los cambios en el sentido de aumentar la talla y la tolerancia se califican habitualmente como progresión sucesional, y los contarios como regresión.

En función de la acción de los agentes renovadores y de la dureza del medio, puede que nunca se alcancen los últimos estadios sucesionales, como ocurre por ejemplo en el alta montaña más arriba del límite arbóreo, en ecosistemas muy áridos o en otros sometidos a frecuentes o intensos eventos renovadores (Figura 1.2.21).

También es importante aclarar que, como cualquier clasificación, se trata de una generalización, y el dominio de un cierto tipo de vegetación no impide que haya otros representados, e incluso que se den tendencias contrarias a las generales, que enriquecen las rutas ecológicas (ver Figura 1.2.1).

Figura 1.2.20. Autoaclareo en un denso hayedo en el que están presentes muchas otras especies arbóreas: al menos *Pinus radiata*, *Quercus pyrenaica*, *Q. faginea*, *Populus tremula*, *Prunus avium*, *Acer campestre*, *Sorbus torminalis* y *Taxus baccata*. Las hayas ejercen una gran concurrencia, porque aprovechan intensamente el espacio vegetativo, y restringen mucho las opciones de las demás. Los hayedos son un buen ejemplo de bosques en los que culmina el proceso sucesional. En ausencia de eventos renovadores intensos, las especies mejor dotadas para competir con las demás las tienden a dominar. En la relación entre especies arbóreas la talla y la tolerancia son determinantes: es la esencia de la sucesión. También influye la velocidad de crecimiento en altura y el tiempo en que esta se mantiene; lo que en definitiva define la talla, pero para una misma talla máxima el resultado puede ser muy diferente en función del patrón temporal de desarrollo, pues un crecimiento inicial lento corre riesgo de convertirse en letal, de forma que no se llega a expresar el posible potencial futuro de crecimiento en altura. Dentro de las especies mencionadas, los quejigos han sido por el momento los que peores atributos vitales han resultado tener para sobrevivir en estas precisas

circunstancias: las hayas los han superado en altura y se ven muchos de ellos muertos bajo el dosel del hayedo, algunos cubiertos de hiedra. En la imagen también se ven rebollos, todavía vivos pero cuya copa, sumamente reducida, hace presagiar que sucumbirán en breve. Los chopos temblones y los pinos de momento vegetan bien porque gracias a su rápido crecimiento inicial han logrado un hueco suficientemente amplio en el dosel superior; aunque probablemente esta es la última generación de estos intolerantes árboles, pues las posibilidades de establecerse su progenie son mínimas (aunque no inexistentes). Los pinos tienen la ventaja de que son capaces de crecer hasta una talla de 40 metros, y para las hayas será difícil alcanzarles. Los chopos cuentan a su favor con una muy eficiente reproducción por brotes de raíz, de forma que están en disposición de aprovechar cualquier hueco que se genere en las proximidades de sus pies adultos. Los tejos son muy tolerantes y capaces de sobrevivir bajo dosel cerrado de hayas; dosel del que difícilmente formarán parte, por su talla inferior. El resto de las especies arbóreas tienen atributos intermedios (monte Sarón, Valle de Mena).

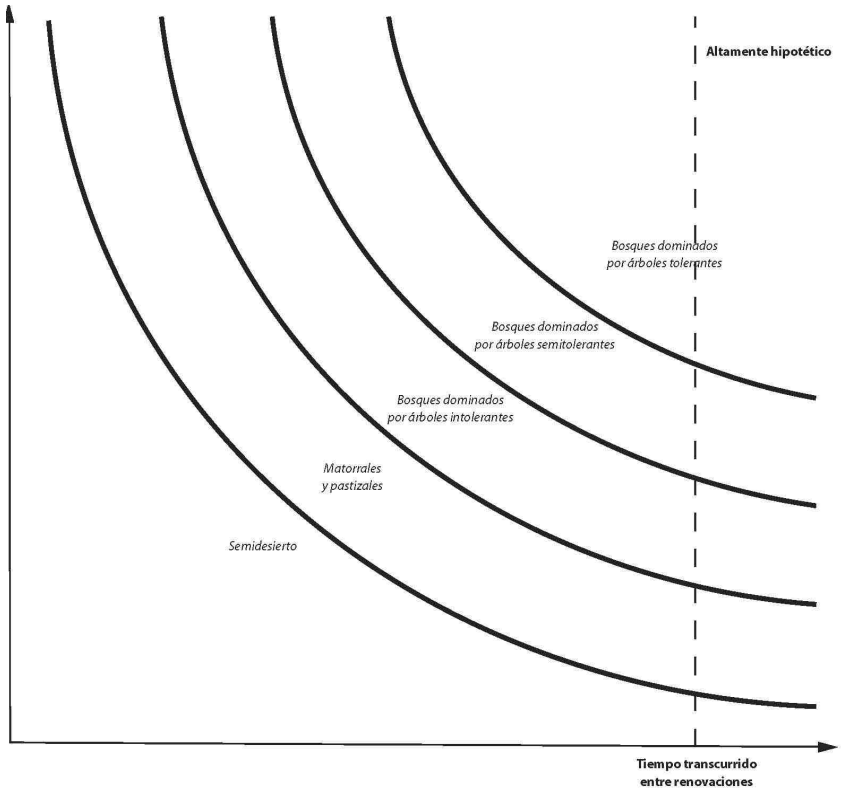


Figura 1.2.21. Los estadios sucesionales efectivamente alcanzados dependen de lo benigno que sea el medio geoclimático para el desarrollo de la vegetación y del régimen de renovaciones, que actúan de forma conjunta (Sevilla, 2008).

1.2.5. Las renovaciones

El contrapunto del crecimiento, y de los procesos descritos mediante fases y estadios, es el inevitable acaecimiento de eventos que destruyen, total o parcialmente, la vegetación, y el subsiguiente nuevo ciclo de desarrollo y sucesión vegetal.

Aunque la acción de muchos de los agentes renovadores se percibe como aleatoria, es decir, que es imposible anticipar su ocurrencia más que en términos estadísticos, los eventos renovadores se pueden predecir hasta cierto punto. Ejemplos de agentes azarosos son el viento y en general las condiciones climáticas, y también el fuego, que sobre todo afecta de manera no planificada, aunque las quemas prescritas también se aplican en algunas zonas. El acaecimiento de un evento renovador depende de dos factores (ver Oliver y Larson, 1990):

- Los agentes renovadores, que se generan en sistemas más o menos conocidos (sociedades humanas, clima, topografía…). Aunque como se ha visto con frecuencia su acción se califica como aleatoria, al menos es posible estimar su probabilidad.
- La predisposición del ecosistema a renovarse debido a la acción de un agente concreto y con una intensidad dada. Es más susceptible de predecir en términos mecanicistas, estableciendo relaciones de causa-efecto. Por ejemplo, en los bosques europeos hay muchos estudios sobre la predisposición a derribos (Colin *et al.*, 2009; Gardiner *et al.*, 2013). Varía marcadamente tanto en el espacio como en el tiempo: por ejemplo, si se

elimina el matorral heliófilo en la fase de expulsión, desciende drásticamente la predisposición a la renovación por fuego (figuras 1.2.22 a 1.2.24).

En consecuencia, conociendo los eventos más trascendentes que han actuado en la zona, así como la estructura actual del ecosistema y las tendencias ecológicas y socioeconómicas, es posible una cierta predicción acerca de las futuras renovaciones, que puede ser relativamente precisa a escalas espaciales groseras. Por ejemplo, esto es conocido en la prevención de incendios forestales, y de hecho ha servido para diseñar y aplicar muchas medidas prácticas: aunque no se conoce con precisión dónde va a iniciarse el próximo incendio, hay lugares más propicios que otros, por vegetación, topografía o tránsito humano; no todos los montes presentan la misma facilidad para quemarse, que depende sobre todo de su estructura y menos de su composición específica, lo que ha dado lugar a que los ecosistemas se clasifiquen en categorías, denominadas modelos de combustible, que tienen su base en la estructura de la vegetación (Rothermel, 1972 y 1983; ICONA, 1987).

Cada evento concreto, con sus precisas características y con su acción sobre unos determinados ecosistemas, produce unos efectos que nunca son idénticos a los de otros eventos. No obstante, se pueden efectuar ciertas generalizaciones en función del tipo de evento renovador (Sevilla, 2008) (Tabla 1.1).

Para un mismo tipo de evento, su efecto será muy diferente en función de las magnitudes con que afecte: su extensión, intensidad, frecuencia, etc. Generalizando se pueden establecer las siguientes relaciones:

- Afección muy alta favorece la regeneración por semilla
- Afección baja: regeneración anticipada, expansión de supervivientes
- Frecuencia elevada: rebrote, semilla ligera
- Baja frecuencia: regeneración anticipada
- Gran extensión: semilla ligera, rebrote
- Pequeña extensión: semilla pesada, expansión de colindantes

Figura 1.2.22. Repoblación de pino silvestre efectuada hace 120 años. Apenas se ha efectuado selvicultura en ella. Los pinos son muy altos y crecen en gran densidad, lo que los predispone a derribos. El gran volumen de madera acumulada no es impedimento para que el haya, gracias a su elevada tolerancia, se desarrolle bien en el subpiso. El hecho de que los pinos conserven su follaje en invierno, cuando acaecen nevadas e intensos temporales de viento, los convierte en especialmente susceptibles a derribos. Para rebajar la inestabilidad se deben realizar claras, pero estas tienen que ser especialmente suaves si no se quiere aumentar el riesgo (Sierra del Moncayo, Zaragoza).

Figura 1.2.23. En general las matas pirófitas constituyen el principal propagador de los incendios en el norte de España, bien sea bajo cubierta o dominando formaciones de matorral. Típico incendio de primavera en las Merindades de Burgos. Se observa cómo los árboles (robles y hayas, fundamentalmente; destaca una *Pseudotsuga*) se comportan de manera sobre todo pasiva frente al fuego, es decir, son quemados pero no colaboran activamente en su propagación, que corre a cargo de las matas pirófitas, que en este caso son aliagas (*Genista hispanica*), y en general brezos y tojos (Herbosa, Burgos).

Figura 1.2.24. La acción de un agente renovador tiene consecuencias sobre la predisposición frente a subsiguientes eventos, bien sean del mismo agente o de otro diferente (ver, por ejemplo, Simard *et al.*, 2011). En este caso, la defoliación producida por la procesionaria (*Thaumetopoea pityocampa*), que afecta reiteradamente, provoca un menor vigor en los pinos que redunda en el retraso de la expulsión del matorral de tojo y por tanto en una prolongación del periodo crítico de predisposición frente a incendios (Gijano, Valle de Mena).

Tabla 1.1 Reacciones de las plantas frente a los diferentes tipos de eventos renovadores.

Tipo de evento renovador	Principales mecanismos de ocupación	Algunas plantas típicamente favorecidas
Incendios	Rebrote, bancos aéreos y edáficos de semilla, semillas de dispersión anemócora	Herbáceas y matas intolerantes. Entre los árboles, *Quercus* spp., *Pinus pinaster*, *P. halepensis*, *Betula* spp., *Eucalyptus* spp.
Derribos, muerte por elevada concurrencia, decrepitud	Regeneración anticipada, expansión de supervivientes	Árboles tolerantes
Cortas, repoblación forestal	Rebrote de cepa, regeneración anticipada, semillas en diversas formas, plantación	Muy variables en función de cómo se realicen
Desbroces	Rebrote	Herbáceas, *Pteridium aquilinum*
Aludes, movimientos en masa, cultivo agrícola, alteración intensa del suelo, inundaciones	Semillas de dispersión anemócora	Herbáceas, *Salix* spp., *Betula* spp., *Populus* spp., *Pinus* spp. En general, especies con buenas aptitudes colonizadoras
Plaga o enfermedad, eventos climáticos	Expansión de supervivientes, regeneración anticipada	Resistentes a los daños, en función del agente causante
Efecto de grandes fitófagos	Estolones, rizomas, expansión de individuos menos afectados	Herbáceas, matas espinosas. Entre plantas de más talla: *Juniperus* spp., *Crataegus* spp.

1.2.6. Estados socioeconómicos

A escala relativamente grosera, en concreto en extensiones de macizos forestales y superiores, la socioeconomía impone aspectos tan esenciales de los ecosistemas que la organización de los mismos en etapas o momentos dinámicos parece responder sobre todo a la influencia de los seres humanos. Estos no solo obtienen de ellos recursos materiales, sino también una amplia gama de servicios. La relación entre hombres y montes ha estado basada tradicionalmente en la necesidad de estos de productos que eran tan básicos como la leña o el pasto para sus ganados. Pero esta relación no solo se conformó en función de las necesidades materiales, sino también de las creencias, los conocimientos, los prejuicios, etc. El bagaje cultural, la idiosincrasia de las poblaciones locales, explica muchas de las características de los montes. Y, lógicamente, no solo en el pasado: nunca como hoy en día ha tenido el hombre la capacidad de transformar el ecosistema de formas tan distintas.

Las sociedades humanas, como sistema complejo que son, se relacionan con los montes de forma heterogénea incluso para tipos ecológicos iguales en origen. De esta forma se convierten en un agente de diversidad. Pero también ocurre lo contrario: los hombres son capaces de homogeneizar montes inicialmente muy diferentes (figuras 1.2.25 y 1.2.26).

Figura 1.2.25. A pesar del casi ilimitado catálogo de estructuras forestales espontáneas, el hombre ha sido capaz de crearlas nuevas. De forma tradicional se modificaba la arquitectura de los árboles para lograr objetivos tan específicos como conseguir ciertas piezas para los barcos. Viejo hayedo trasmocho, con hayas que no se podan desde hace décadas. Abundan los pies más jóvenes, cuya arquitectura responde al modelo prefijado genéticamente y no al inducido por los humanos. En sentido contrario a la mayor diversidad de estructuras, el hombre ha inducido, de forma indirecta, una simplificación específica, al generar unas condiciones muy adecuadas para el haya, lo que ha ido en detrimento de la variedad natural que podría caracterizar un medio como este (Señorío de Bertiz, Navarra).

Figura 1.2.26. Extensas repoblaciones de *Pinus radiata* y, en mucha menor medida pero con tendencia a aumentar, de eucalipto. Se ven muchos rodales cortados a hecho recientemente. A pesar de que se trata de un medio geoclimático extraordinariamente heterogéneo (sobre todo por el intricado relieve), las repoblaciones han promovido una homogeneización aparente a varios niveles, desde bosquete a macizo forestal. Curiosamente, solo los espacios más humanizados, los prados en los rellanos, en general con caseríos asociados, parecen aportar algo de diversidad al conjunto. A pesar de lo expuesto, es mejor ver la situación como una oportunidad: al menos las repoblaciones han conseguido recuperar el uso forestal del territorio; el problema en sí no es la masividad del pino o del eucalipto, sino el tratamiento de que son objeto, con cortas a hecho en periodos relativamente cortos y sin respeto por la regeneración anticipada, que en los productivos montes cantábricos se produce de forma extensa y con gran variedad de especies. La situación podría ser un buen punto de partida para una selvicultura más basada en el funcionamiento de los ecosistemas; se cuenta con la inestimable ventaja de que en la zona existe una importante tradición selvícola, con profesionales preparados que podrían trabajar para invertir la secular tendencia a la homogeneización. Como aspecto negativo hay que exponer una de las consecuencias de la división entre montes productivos y "destinados a conservación": las medidas restrictivas impuestas por la Administración han conseguido que los propietarios vean aquí a las frondosas espontáneas como un enemigo para la rentabilidad de sus explotaciones, en lugar de un activo más de su propiedad (monte Illuntzar, Vizcaya).

La relación de los hombres con los ecosistemas forestales con los que más intensamente se relacionan es, como cualquier interacción que general diversos procesos, susceptible de conceptualizar. Aquí se va a recoger sucintamente el esquema desarrollado en Sevilla (2008), que establece etapas en los ecosistemas, denominadas estados socioeconómicos, de forma semejante a cómo se ha efectuado con las fases de desarrollo o con los estadios sucesionales: la principal diferencia es que en los estados socioeconómicos se incluye, de forma decisiva, el factor humano en la explicación de la dinámica vegetal, y esto se realiza a una escala espacial relativamente grosera, la correspondiente al menos a macizo forestal o comarca.

Los estados socioeconómicos serían:

- Preasentamiento. Estado de los montes antes de la colonización humana.
- Colonización. Proceso de implantación del hombre en un territorio.
- Sistema agrario tradicional. Es el que ha dominado en la Península Ibérica, y en toda Europa occidental durante siglos, en las edades Media, Moderna y parte de la Contemporánea. Se caracterizaba por una intensa explotación del monte en el contexto de una economía de subsistencia, aunque con notables variaciones en tiempo y espacio. Su fin se ha producido en Europa occidental en fechas variables en función del grado de desarrollo.
- Reconstitución. El fin del sistema agrario tradicional ha traído consigo una nueva forma de relacionarse el hombre con el monte, con menor dependencia de sus recursos, lo que ha posibilitado una recuperación forestal, en un proceso que es objeto central de estudio en este trabajo.
- Consolidación. Una vez que la recuperación forestal se consolida y el cambio se vuelve más lento, se puede llegar al estado de consolidación, que es por ejemplo el dominante en Centroeuropa y que se caracteriza por un aprovechamiento organizado de unos montes que son relativamente estables en su extensión superficial.

A pesar de que con frecuencia los aspectos socioeconómicos son obviados en los estudios ecológicos, o al menos minusvalorados, son absolutamente decisivos tanto para entender la dinámica forestal pasada como para predecir el futuro. La despoblación de las áreas de montaña es general en España, y su causa fundamental estriba en la mejora económica general, que permitió desde hace algo más de medio siglo a los montañeses una vida en condiciones menos penosas (ver Collantes, 2004). El proceso subsiguiente de recuperación del bosque y del terreno forestal, tras el abandono del sistema agrario tradicional, o expresado de otra forma, con el desarrollo socioeconómico y el paso a una economía más basada en el sector terciario, ha sido descrito en muchos países, hasta el punto de que se ha acuñado una expresión para designar este proceso: transición forestal (ver, por ejemplo, Moretti *et al.*, 2014). En el esquema aquí propuesto se correspondería con el estado de reconstitución. En el capítulo 2 se van a analizar, de forma detallada para un territorio (el Valle de Mena) algunos de los múltiples subprocesos englobados en la transición forestal, se van a exponer resultados cualitativos y cuantitativos, y se van a dar explicaciones dinámicas, con el objetivo de comprender mejor el pasado para intentar anticipar y dirigir el futuro.

1.3. CONCRECIÓN DEL MODELO

1.3.1. Definición de las unidades de vegetación

En primer lugar se deben establecer qué atributos van a ser decisivos para individualizar un ecosistema, es decir, para dotarlo de una entidad territorial. Los criterios para dividir unidades se van a basar en atributos estructurales y de composición específica, tanto del dosel superior como del sotobosque (figuras 1.3.1. y 1.3.2).

Figura 1.3.1. Cuando se trabaja a una escala intermedia (dentro del rango más utilizado en este estudio), las diferencias en la vegetación que se hacen más patentes son las asociadas a formaciones, y dentro del bosque, a especies. En esta imagen, tomada en invierno, lo primero que llama la atención es el contraste fisonómico entre el bosque y los prados. Dentro del bosque, la primera división intuitiva se da entre especies caducifolias (sobre todo robles y hayas) y perennifolias (pinos y encinas); si la fotografía se hubiese tomado en verano la diferencia sería menos conspicua pero todavía suficiente para dividir teselas. En un tercer nivel se aprecia que hay rodales dominados por distintas especies. Por ejemplo, en la parte izquierda de la masa de *Pinus radiata* destaca un rodal de *Pinus pinaster*, que exhibe un distinto tono de verde. Por encima de esta masa hay rodales dominados por *Quercus ilex* y también por *Pinus nigra*. Solo con un análisis más en profundidad empiezan a ser perceptibles diferencias asociadas a la edad, que resultan decisivas en las interpretaciones dinámicas (Hornes, Valle de Mena).

Figura 1.3.2. A escala detallada (rodales y bosquetes) se aprecia mejor la importancia ecológica de la distribución de generaciones en la vegetación o su tamaño. A estos niveles es más probable que una diferencia de edad determine la individualización de una unidad de vegetación. Bosquete de regeneración de hayas y acebos en un pequeño hueco entre los robles. En este ejemplo, las especies están asociadas a una generación característica (los robles a la vieja, las hayas y los acebos a la nueva), pero esto no sería imprescindible para individualizar el bosquete, pues aunque fuese de robles su significado dinámico sería muy diferente a los viejos pies de su entorno (Hornes, Valle de Mena).

El resultado del proceso de delimitación de los ecosistemas proporciona un mapa compuesto de teselas que son distintas unidades de vegetación. Los criterios que sirven para establecerlas deben ser de fácil recopilación y gran significación ecológica, como los siguientes:

- Continuidad espacial
- Composición específica
- Fracción de cabida cubierta
- Tamaño de los pies que forman un estrato vegetal

En general estos atributos se aplican al dosel superior. Pero también el subpiso (o subpisos) puede ser un criterio delimitador. Y de hecho esto es muy adecuado cuando el subpiso tiene una gran significación ecológica. Por ejemplo, cuando hay un estrato de regeneración anticipada de especies tolerantes, o un sotobosque que puede propagar el fuego, o una densa arandanera.

Los atributos escogidos permiten representar, de forma sistemática, una visión tridimensional del monte, y además son indicativos del momento dinámico del rodal: la clasificación que se va a efectuar es de base estructural, fisonómica, pero con un detalle que permite establecer una relación, se espera que fructífera, entre estructura y dinámica. En este sentido, el tamaño de la vegetación dominante está muy ligado a las fases de desarrollo, y estas a su vez a los estadios sucesionales; la sucesión tiene a la composición específica, incluida como factor decisivo en la clasificación, como un indicador clave; además, la caracterización de los subpisos es muy importante para determinar las tendencias dinámicas, tal y como se pone de manifiesto reiteradamente en este trabajo.

Dado que los ecosistemas son constructos humanos y no existen delimitados como tales en la naturaleza, es preciso establecer criterios diferenciadores, que pueden ser numéricos o cualitativos. Muchas veces se opta por criterios numéricos, sobre todo en situaciones de transición en las que es muy difícil establecer límites claros. Una consecuencia que es preciso asumir con un sistema de clasificación numérica es que se van a generar límites irrelevantes ecológicamente y que pasan completamente desapercibidos en el campo, simplemente porque se esté un poco por debajo o un poco por encima de un valor definido, más o menos arbitrariamente, como umbral.

En el establecimiento de estos valores umbral radica el éxito de una clasificación: si se eligen bien, las unidades de vegetación resultantes sirven para organizar satisfactoriamente, en la mente del usuario, el complejo continuo ecológico; si no se acierta en la elección, el resultado es muy poco expresivo y puede ser menos esclarecedor que la realidad contemplada directamente en el campo o a través de representaciones gráficas como las ortofotografías.

1.3.2. Delimitación cartográfica de las unidades de vegetación

1.3.2.1. **Material y métodos**

La delimitación cartográfica de las unidades de vegetación se efectuará a través de un sistema de información geográfica. En concreto se ha utilizado el programa ArcMap. Las capas resultantes, de extensión .shp, se pueden explotar por cualquiera otros de los sistemas de información geográfica ampliamente utilizados en España, como los programas libres QGIS o gvSig.

Para la representación cartográfica de las unidades de vegetación se han utilizado fundamentalmente los datos recogidos sobre el terreno y los proporcionados por las orfofotografías y los vuelos lidar. Más puntualmente se han usado otras fuentes de información como son los inventarios forestales y la cartografía elaborada con diversos fines, como los hábitats Red Natura 2000 o para las ordenaciones forestales.

La escala de trabajo es 1:10.000, con rodales de al menos una hectárea de extensión, salvo que se trate de formaciones claramente contrastadas con las de su entorno (por ejemplo, una zona muy erosionada en un área cubierta de vegetación) o con alguna singularidad destacable (por ejemplo, un bosquete dominado por una especie arbórea muy escasa en la zona), en cuyo caso, excepcionalmente, se podrá bajar de la hectárea.

Se ha efectuado una cartografía de la vegetación que aúna atributos estructurales y de composición específica. Los criterios para la clasificación de la vegetación a efectos cartográficos han sido idénticos para los años 1957 y 2015, a los efectos de lograr una comparación que ilustre lo mejor posible las dinámicas que han tenido lugar.

La principal fuente de información, para el análisis de la vegetación de 1957, ha sido la Serie B del Vuelo Americano, que en el Valle de Mena se efectuó en ese año. La mayor parte de esta colección fotográfica se encuentra ortorrectificado en Castilla y León; desgraciadamente, en la parte nororiental del Valle de Mena hay una considerable zona en la que no se dispone de los ortofotogramas, y ha sido necesario recurrir a las fotografías sin rectificar, lo que ha supuesto un notable trabajo extra.

De forma secundaria, para ayudar a interpretar la vegetación que muestran esas imágenes que tienen ya casi seis décadas, se han empleado los atributos de la vegetación actual. Lógicamente, dado que se persigue el objetivo de conseguir una comparación no sesgada entre la vegetación actual y la de 1957, el uso de los datos actuales debe ser muy comedido, solo para atributos en los que la duda sea mínima. El ejemplo más claro a este respecto es el uso para la identificación específica de los árboles: dado que muchos de los pies arbóreos que existían en 1957 continúan haciéndolo en la actualidad, si se comprueba que en el 2015 su especie es una dada, evidentemente en 1957 era la misma. La calidad de las fotos de 1957, y la existencia de abundantes puntos de referencia identificables tanto entonces como ahora, permiten ubicar con precisión los rodales arbolados, y en muchos casos incluso cada pie individual. Teniendo en cuenta que parte de los pies de 1957 sobreviven hoy en día, esta comparación diacrónica es fructífera y permite identificar, indubitablemente, las especies de la mayor parte de los rodales arbolados que dominaban hace más de medio siglo.

También de forma secundaria se han empleado las imágenes de 1946 de la Serie A del Vuelo Americano, de peor calidad y sin ortorrectificar, pero que también aportan una valiosa información, de especial utilidad, por su proximidad cronológica, para descifrar algunos atributos de los ecosistemas de 1957.

Para delimitar las unidades de vegetación actuales se ha utilizado la cartografía de que dispone la Junta de Castilla y León, completada con ortofotografías en color recientes, información lidar y con trabajo de campo.

Para el Valle de Mena en su totalidad se dispone de ortoimágenes de los años 2002, 2005, 2007, 2009, 2011 y 2014. En principio, según el Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA), desarrollado por el Plan Cartográfico de Castilla y León 2003-2008, la idea a nivel nacional era repetir de forma cíclica las imágenes de una misma zona cada dos años, con una resolución de 0,5 m, y a nivel de Castilla y León actualizar las ortoimágenes con una frecuencia de 5 años y una resolución de 0,25 m. El territorio autonómico se dividió en 4 cuadrantes de superficie equivalente, y en el noreste, en el que se encuentra ubicado en su totalidad el Valle de Mena, los vuelos con resolución de 0,25 m se realizaron en los años 2005 y 2009, mientras que en los años 2007, 2011 y 2014 se trabajó a menor resolución: 0,5 m. Supuestamente el año 2014 debería haberse realizado una cartografía de más detalle, pero el hecho es que las imágenes son peores que las del 2009, probablemente debido a restricciones presupuestarias en estos últimos años.

En el año 1998 se realizó un vuelo específico para los montes de Ordunte, y existen imágenes ortorrectificadas que se elaboraron a partir de ese vuelo. También en los años 2000 y 2001 hay ortofotografías de parte del Valle de Mena. De suma utilidad para diferenciar coníferas de frondosas es la ortofotografía en falso color, generada a partir de una banda infrarroja y realizada en el año 2011 con resolución de 50 cm; estas imágenes también sirven para diferenciar entre distintas especies de frondosas, puesto que el color rojo que las caracteriza es más intenso cuanto más frondoso y lozano es su follaje, lo que se asocia generalmente a especies caducifolias mesófilas, en un gradiente que va del haya (rojo muy vivo) a la encina (una especie de morado oscuro), pasando por robles, rebollos y quejigos. El Gobierno Vasco dispone en parte del Valle de Mena de imágenes de las zonas limítrofes con su territorio al menos en los años 1991, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2008, 2009, 2010 y 2011; muy probablemente existen imágenes posteriores pero no se ha trabajado con ellas.

Entre los vuelos de los diferentes años existen notables diferencias en cuanto a su calidad y, lo que es crucial para este trabajo, en cuanto a su capacidad para permitir discriminar entre distintos tipos de vegetación. Lógicamente influye la resolución, pero también otras especificaciones técnicas, el momento del año en el que se tomó el vuelo, la hora, la nubosidad, etc. En conjunto, las imágenes que mejor sirven para distinguir detalles en la vegetación son las del año 2009. Así pues, a pesar de que existen otras más recientes, para la delimitación inicial de unidades de vegetación se han empleado las ortofotografías del año 2009 de la Junta de Castilla y León, por su mejor calidad respecto al resto de imágenes de este organismo. Curiosamente, de las imágenes del Gobierno Vasco, que son distintas, también las correspondientes al año 2009 han sido las más utilizadas, por su calidad y por haberse realizado el vuelo con la hoja de las frondosas caducifolias recién brotada, lo que permite discriminar ciertas especies, sobre todo el rebollo, cuya foliación es más tardía.

Trabajar con imágenes del 2009 ha exigido una continua comparación con las últimas disponibles, que son del 2014, para comprobar si se han dado cambios de uso, eventos renovadores apreciables o en general cambios relevantes: en estos casos, los límites y los atributos de las teselas se han definido siguiendo la imagen más moderna. Y durante el año 2015 se ha visitado en numerosas ocasiones el Valle de Mena y se han anotado los cambios más recientes. El trabajo de campo, realizado durante los años 2014 y 2015, ha servido para afinar, y en ocasiones trastocar, la delimitación en unidades realizada en gabinete a partir de las ortofotografías. Lógicamente, lo observado en el terreno ha predominado en caso de discrepancia.

La información lidar proviene del vuelo del Instituto Geográfico Nacional del año 2010, dentro del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA). Este vuelo se ha realizado con una densidad de 0,5 pulsos/m^2, suficiente para una evaluación precisa de la altura de la vegetación. Incluso es posible la identificación de árboles individuales y su altura, al menos cuando se trata de grandes pies de coníferas (en Mena fundamentalmente *Pinus radiata*). Puntualmente se han utilizado dos vuelos realizados para el País Vasco: el primero se efectuó el año 2008, con una densidad de 2 pulsos/m^2; el segundo es del año 2012, con 0,5 pulsos/m^2.

El atributo que se ha utilizado para cuantificar la representación de una especie en el dosel superior o en el subpiso es la fracción de cabida cubierta que ocupan sus copas. Esta elección se ha efectuado por dos motivos fundamentales:

- Es un atributo ecológico de la máxima relevancia. Se entiende que es más importante que otros posibles como el número de pies, el área basimétrica o el volumen: la función en el ecosistema depende más de lo que ocupan las copas, puesto que los pies varían enormemente en sus tamaños y posibilidades de supervivencia, y el volumen incluye la madera muerta que, aunque importante como hábitat, no es activa. Como ejemplos de lo expuesto: en un bosque hay muchos pies que, por su tamaño o su carácter efímero (por ejemplo, regenerados de especies intolerantes bajo dosel), son irrelevantes en cuanto a su función ecológica; un árbol puede tener mucha madera pero apenas competir, y en sentido contrario, un pie joven y vital puede tener muy poco volumen de madera pero competir agresivamente (figuras 1.3.3. y 1.3.4). La fracción de cabida cubierta indica de forma muy evidente y directa el consumo de recursos que realiza un árbol, o por agregación, una especie dentro de un rodal. También es un exponente de la concurrencia.
- Es relativamente fácil de medir. Con la ayuda de un trabajo de campo para resolver las dudas, tanto con las ortofotografías modernas como con las imágenes ortorrectificadas de 1957 es posible la asignación específica de cada árbol que forma parte del dosel superior. Evidentemente, efectuar esto pie a pie para todo el Valle de Mena exigiría un esfuerzo

ímprobo, pero para los objetivos aquí perseguidos se estima como suficiente una evaluación a nivel rodal, estimando superficies cubiertas por cada especie.

Figura 1.3.3. En un rebollar como el de la imagen el número total de pies es muy poco relevante, puesto que hay muchos brotes de raíz sin apenas importancia en cuanto a consumo de recursos ni en cuanto a opciones de alcanzar el dosel superior. En este bosquete se ha señalado para su corta un único pie, que es el de mayor tamaño y que supone un porcentaje insignificante de los árboles en pie pero una fracción importante de su biomasa y del follaje en el dosel superior (Espinosa de los Monteros, Burgos).

Figura 1.3.4. Con frecuencia la biomasa o el volumen no son atributos suficientemente expresivos para representar la importancia en la dinámica del rodal. En la imagen se aprecian grandes robles decrépitos entre hayas más jóvenes y vigorosas. A pesar de su elevado volumen, la relación de los viejos robles con sus árboles vecinos es como si se tratara de pies mucho más pequeños, dado que su copa ya es muy reducida y apenas consumen recursos (Lores, Palencia).

1.3.2.2. **Criterios adoptados**

En los ecosistemas no existen clasificaciones naturales, aunque a veces así se pretenda, o al menos se nombre (Pfister y Arno, 1980), sino que forzosamente las clasificaciones son el resultado de los criterios que establecen los seres humanos para entender mejor los ecosistemas: aunque en la naturaleza hay límites más o menos nítidos, todo depende de los umbrales adoptados para dividir ecosistemas, que deben responder a los fines perseguidos. En este estudio se pretenden escoger los atributos más relevantes desde un punto de vista ecológico y de cara a la gestión forestal; cuestiones ambas muy estrechamente relacionadas, al menos en el tipo de gestión que aquí se preconiza.

Las clasificaciones ecológicas consisten básicamente en un proceso de poner fronteras donde no existen en la naturaleza. Cuando se utilizan límites cuantitativos se refuerza el carácter finalista de la clasificación y su desconexión con cualquier frontera natural. Pero aún así, fijar valores numéricos a partir de los cuales un atributo se considera sustancialmente diferente es una forma muy útil para homogeneizar procedimientos e intercambiar información.

En la descripción del dosel superior se van a relacionar todas las especies arbóreas de las que se tiene seguridad de que aparecen. Aquellas que alcanzan un umbral mínimo de representación, se enumeran de forma separada y se incluye su clase de tamaño, de acuerdo con las siguientes categorías:

- Diseminado. Abarca desde la germinación de los brinzales o el rebrote de los chirpiales hasta que estos alcanzan 25 cm de altura.
- Repoblado (R). Desde fin de diseminado hasta que hasta que se alcanza 1,30 m de altura (altura del pecho o altura normal).
- Monte bravo (MB). Desde que se supera 1,3 m de altura hasta que se alcanza un diámetro de 7,5 cm. Para calcular el diámetro característico o representativo del rodal se estima el diámetro medio cuadrático a la altura del pecho, que pondera más los pies gruesos. Ese mismo criterio se seguirá para todas las categorías.
- Latizal. Desde que se supera un diámetro de 7,5 cm hasta que se alcanzan 20 cm. Dentro de esta clase se han definido tres subcategorías:
    - Latizal delgado (LD): desde que se supera un diámetro de 7,5 cm hasta que se alcanzan 10 cm.
    - Latizal medio (LM): el diámetro se sitúa entre 10 y 15 cm.
    - Latizal grueso (LG): el diámetro se sitúa entre 15 y 20 cm.
- Fustal. Cuando la masa alcanza un diámetro superior a 20 cm, con tres subcategorías:
    - Fustal delgado (FD): el diámetro se sitúa entre 20 y 35 cm.
    - Fustal medio (FM): el diámetro es mayor de 35 cm y menor de 50 cm.
    - Fustal grueso (FG): el diámetro supera los 50 cm.

Las clases de tamaño aquí referidas están basadas en las clásicas “clases naturales de edad” (ver, por ejemplo, Reque *et al.*, 2011), aunque ligeramente adaptadas a las peculiaridades de los montes españoles y con el criterio de que no haya duda posible de asignación de ninguna unidad de vegetación, para un mejor cumplimiento de los objetivos perseguidos en este trabajo. En concreto se ha establecido la categoría de latizal medio, que no figura en muchas clasificaciones, por dos motivos: por la gran abundancia en España de lo que habitualmente se denomina altos latizales, que abarcan de 10 a 20 cm; y por la importancia que tiene dividir en dos esta clase a efectos de valorar las superficies que pueden ser objeto de clara comercial.

En realidad, más que clases de edad se trata de clases de tamaño, y de hecho se ha pretendido reforzar esa idea evitando las denominaciones fustal joven y fustal maduro: estas expresiones usadas habitualmente inducen a confusión, puesto que lo que se valora no es la edad de los fustales, sino su diámetro. Tampoco se han utilizado los calificativos (para latizal y fustal) de bajo y alto por un motivo análogo: si el factor que discrimina es el diámetro y no la altura, se prefieren usar los términos delgado y grueso frente a bajo y alto; aunque es cierto que para alto y bajo cabe una interpretación más laxa que para joven y maduro (expresiones que inevitablemente evocan edad), se ha preferido una denominación más descriptiva.

En la literatura forestal es habitual, y hasta crónica, una cierta confusión entre los términos que indican edad y los que indican tamaño. El concepto de irregularidad es clásico en este sentido. Para dejar claro en cada momento a que se hace referencia en este texto, la irregularidad se va a emplear para bosques con pies de tamaños contrastados, mientras que si lo que coexisten son pies de distintas generaciones en un mismo rodal este se denominará multigeneracional. Aunque

entre irregular y multigeneracional existe una evidente relación, esta es tan variable como lo es el crecimiento de los distintos pies de un bosque (Figura 1.3.5).

Figura 1.3.5. Hayedo con dos clases de tamaño bien contrastadas. Los pies de más diámetro encajarían en la clase de fustal grueso mientras que el resto están en el límite entre latizal y fustal. De forma sorprendente para el forestal ibérico, ambas pertenecen a una misma generación, pues se trata de un rodal coetáneo. La explicación de la diferencia de crecimientos entre pies radica en la aplicación continua de una selvicultura que, mediante claras selectivas, ha favorecido a los pies de porvenir, escogidos por su mayor capacidad para producir madera de calidad (Friburgo, Alemania).

En cada una de las unidades de vegetación establecidas, para las especies arbóreas más representadas se deberá indicar su clase de tamaño. En caso de que haya más de una clase de tamaño para una especie (por ejemplo, rodales con dos generaciones muy contrastadas de una misma especie), se deberán reseñar dos (o más) clases de tamaño para esa especie, independientemente de que puedan existir otras especies también convenientemente clasificadas por este criterio de tamaño (Figura 1.3.6).

Figura 1.3.6. Gruesa haya, que supera los 50 cm de diámetro, límite mínimo para los fustales gruesos, rodeada de otras que no llegan a 35, que es el límite máximo de los fustales delgados. Si la estructura de la imagen se extiende en una superficie mínima de una hectárea, que es la mínima de las teselas, en su descripción se incluyen las dos clases de tamaño de hayas. En este caso es evidente que la gran haya es de una generación anterior a las que ahora dominan;

pero la descripción estructural no prejuzga edades, sino solo tamaños. El hecho de que la vieja haya esté inclinada es un indicio de que existe un lento desplazamiento en la ladera, que también se percibe en el porte torcido de la base de los troncos de muchas jóvenes hayas (Vivanco, Valle de Mena).

Las especies arbóreas presentes en el dosel superior pero que no alcancen un mínimo de fracción de cabida cubierta se enumeran, en un campo aparte, sin limitación en cuanto a su número. En ese campo se consignan las especies arbóreas presentes de forma minoritaria, reseñadas con su abreviatura y separadas por el signo /. Si en conjunto alcanzan ese mínimo, se reseña su cubierta como suma de las de cada especie minoritaria.

Se ha establecido que la cubierta de especies arbóreas debe superar el 20% de la superficie del terreno para estimar que se trata de un bosque. A este respecto vienen a cuento las reflexiones sobre el carácter discrecional, casi arbitrario, de los límites numéricos adoptados: es evidente que no existe cambio brusco alguno entre una superficie del terreno cubierta de árboles en un 20% o en un punto más, pero se ha escogido esta cifra por una convención más o menos extendida (ver, por ejemplo, Dirección General de Conservación de la Naturaleza, 1998), aunque se pueden encontrar ejemplos de otras cifras que se usan como límite. En esta tesis se ha decidido excluir la precisa cifra del 20% de la consideración de un terreno como bosque, dado que solo se consideran fracciones que sean múltiplos de 5 y con carácter general se ha efectuado un redondeo hacia arriba. Los terrenos forestales con árboles que no alcancen el valor umbral de los bosques se denominarán por la formación que sea dominante, dentro de las categorías de pastizal o matorral, según corresponda.

Si el arbolado tiene una fracción de cabida cubierta superior a 20%, pero existe una cubierta de arbustos, matas o herbáceas que forma un estrato bajo el arbolado, el matorral o pastizal se clasifica como subpiso; al igual que la regeneración anticipada de especies arbóreas que crece bajo dosel.

Finalmente, cuando se analiza un territorio relativamente extenso, casi siempre se incluyen terrenos sin cubierta forestal. En ese caso es necesario establecer una o varias categorías para poder calificar, desde el punto de vista adoptado en cada estudio, todo el territorio, y así poder realizar comparaciones y clasificaciones fructíferas.

En el capítulo 2 se expondrán algunos detalles del trabajo de delimitación realizado en el Valle de Mena, producto de la adaptación de la forma general de trabajar a las peculiaridades de este territorio. Los atributos mencionados en este apartado, que son los que luego se concretan para los ecosistemas meneses, se podrían teóricamente obtener mediante inventarios con parcelas en el campo, algo que sería especialmente pertinente para determinar las variables cuantitativas; pero para obtener valores con una significación estadística en cada tesela, teniendo en cuenta que estas son de tamaño del orden de las hectáreas, el número de parcelas sería tan elevado que el trabajo sería enormemente costoso, salvo si el área de estudio es muy reducida. Debe tenerse en cuenta que una de las bases fundamentales de este estudio es recoger la información precisa de cada tesela, y no medias de estratos como se suele efectuar en los inventarios dasométricos. La otra alternativa es realizar un trabajo de gabinete, subjetivo, en el que los límites de las teselas y los valores cuantitativos necesarios los decide un profesional formado en la materia, apoyado por transectos en el campo que sean representativos de la máxima cantidad de posibles situaciones; esta es la opción elegida en esta tesis doctoral. En un futuro, es concebible que al menos buena parte de esta labor técnica pueda ser realizada por ordenadores, mediante sistemas expertos que permitan reconocer especies y que relacionen diversas fuentes de información para obtener un resultado semejante al de un buen profesional, pero con la ventaja de la objetividad.

1.3.3. Agrupación de teselas en tipos de masa

Las unidades de vegetación resultantes del proceso delimitador se han generado en un sistema de información geográfica, en el que figuran todos sus atributos. Para facilitar la representación cartográfica y la interpretación de los resultados, las unidades de vegetación se pueden agrupar en tipos, que deben ser acordes con los objetivos del estudio y con la diversidad del medio analizado: aunque en el sistema de información geográfica figure cada unidad de vegetación concreta, en los mapas estas se agrupan según los criterios que se juzguen más adecuados para conservar la mayor parte de la información relevante y a la vez hacer inteligible el mapa.

Cuanta mayor precisión se desee, más tipos de unidades de vegetación se deberán establecer. Pero por encima de cierta cifra es muy difícil interpretar los mapas con excesivo número de tipos, de forma que no conviene superar, como mucho, el medio centenar de tipos; preferiblemente no deberían ser más de 30, salvo en situaciones de gran heterogeneidad.

El proceso de transformar teselas de vegetación en tipos de masa es de agrupación y de pérdida de la información que se estime como menos esencial. En las teselas figuran los datos precisos obtenidos en cuanto a especies presentes, fracción de cabida cubierta ocupada por cada una y su clase de tamaño, así como la presencia de subpisos, con su composición específica y su cubierta. Los tipos generados forzosamente dejan de recoger, de forma explícita, parte de esa información, pues en otro caso serían las teselas originales. En los párrafos siguientes se expondrán algunas opciones para efectuar este proceso de síntesis.

En los tipos de masa se pueden agrupar las especies presentes en función de tres posibles criterios (entre otras opciones):

- No diferenciar táxones que se consideren semejantes en cuanto a atributos ecológicos o en cuanto a la gestión
- Agrupar táxones escasamente representados, en categorías como “otras frondosas” o “resto de fagáceas”
- Hacer referencia a formaciones en lugar de a especies, con expresiones como “matorral pirófito” o “pastizales calizos”

Respecto a la fracción de cabida cubierta, una posibilidad es considerar rangos de fracciones en lugar de valores precisos, y sumar los porcentajes de cada especie para hallar la fracción de cubierta arbórea. Es frecuente recurrir a la clasificación en bosques densos, abiertos y arbolado disperso. Los ejemplos a este respecto son variados y en cada estudio se recurre a una clasificación concreta, con el valor de que los límites escogidos para dividir las clases, si se acierta, responden a la visión intuitiva que sugieren los términos empleados para describirlas.

Las clases de tamaño establecidas se pueden agrupar o no en función de los objetivos. Por ejemplo, si se persigue una estimación de volúmenes, parece lógico fusionar las clases de pies más pequeños que las de los grandes, porque son estas las que más volumen aportan. Si el objetivo es analizar los terrenos más susceptibles para la realización de tratamientos selvícolas no autofinanciados, sería más razonable proceder de forma inversa.

También existe la opción simplificadora de no considerar en los tipos un factor de clasificación de teselas. Un ejemplo puede ser prescindir del subpiso porque se entienda que no es relevante para los objetivos del estudio. No se debe descartar ninguna opción a priori: así, se puede obviar la clasificación en especies, si lo que importa son los atributos estructurales; aunque buena parte del conocimiento se centra en los análisis taxonómicos, este es solo uno de los enfoques posibles y para muchos objetivos (por ejemplo, estimación del volumen total de madera o de su crecimiento) no sería imprescindible diferenciar entre especies (y mucho menos cuando existe una tecnología como el lidar que permite teóricamente una estimación fiable sin recurrir a la clasificación taxonómica).

De forma semejante a lo efectuado con las unidades de vegetación, los tipos de masa cuyas líneas generales se han esbozado aquí se particularizarán para el Valle de Mena en el capítulo 2.

1.3.4. El Vuelo Americano de 1956/7: una oportunidad para el estudio dinámico

Las comparaciones diacrónicas son uno de los instrumentos más fiables para analizar la dinámica ecológica. Normalmente esta herramienta se encuentra con la dificultad de que es preciso monitorizar el ecosistema durante largos periodos, que pueden exceder la vida profesional de un investigador. Salvo que se dé la inmensa suerte de que exista alguna fuente de información antigua, fiable y precisa.

El Vuelo Americano, tanto en su serie A, de 1945/6, como en su más conocida Serie B, de 1956/7, abarca con sus fotogramas el conjunto del Valle de Mena. Las imágenes de ambas series se han empleado para proporcionar información útil para este trabajo. La Serie B reúne los requisitos de calidad y fácil disponibilidad en ortofotogramas, por lo que ha sido la utilizada con preferencia. Además de sus magníficos atributos técnicos, la fecha en que se realizó este vuelo coincide en España con un periodo tan crítico como fue el fin del sistema agrario tradicional. Supone en consecuencia una información que es de extraordinario valor para caracterizar la situación de los ecosistemas antes de la profunda transformación que se ha producido en el último medio siglo.

En concreto, en el Valle de Mena la Serie A se realizó en julio de 1946 (Quirós y Fernández, 1997), mientras que la Serie B se realizó al menos en mayo de 1957, a juzgar por los originales de algunos fotogramas a los que se ha tenido acceso. Ambas series están compuestas por fotografías en blanco y negro.

La mayor parte de las imágenes de la Serie B de Castilla y León se encuentran disponibles ortorrectificadas, pero desgraciadamente el Valle de Mena no está completo, por lo que ha sido necesario trabajar con los fotogramas primarios y ajustar los límites de los recintos tomando puntos de referencia (Figura 1.3.7).

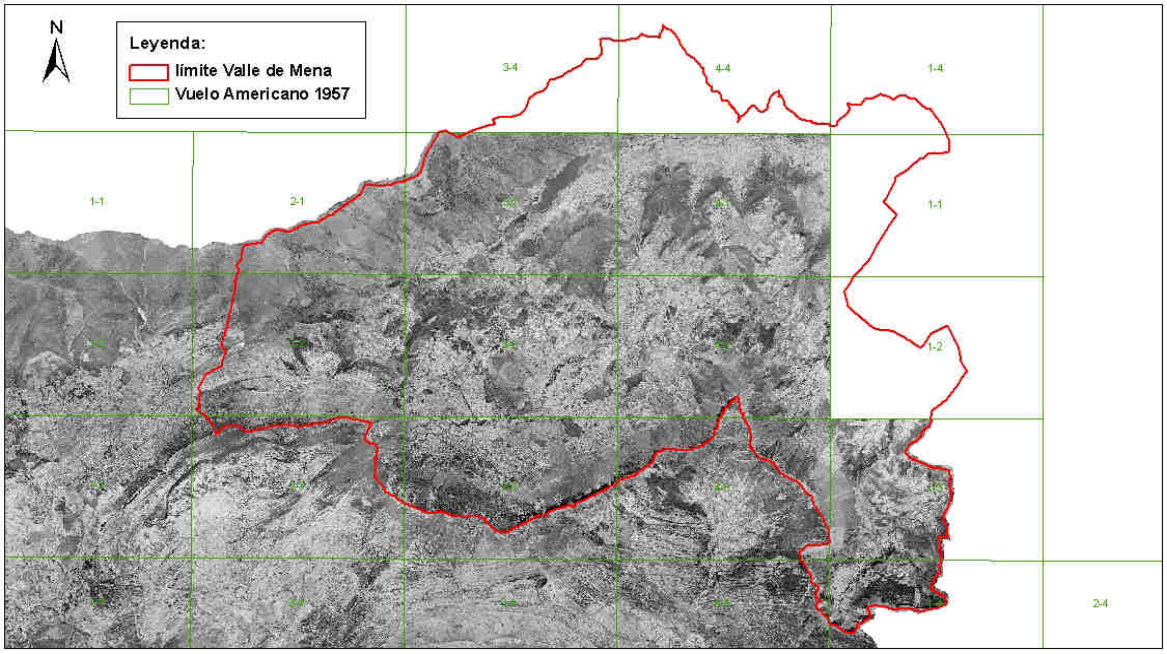


Figura 1.3.7. Ortofotogramas disponibles a partir del Vuelo Americano de 1957 en el Valle de Mena. Se observa cómo cubren la mayor parte del valle excepto en sus límites norte y noreste.

Las fotografías del Vuelo Americano de 1957, salvo excepciones, son de suficiente calidad como para identificar las copas de los árboles individuales, salvo que se trate de brotes jóvenes que formen marañas abigarradas, como ocurre con frecuencia con los montes bajos *Quercus pyrenaica*. Esta precisión permite incluso medir la superficie ocupada por cada copa, y por supuesto variables de tanta relevancia ecológica como la fracción de cabida cubierta.

Las características de las imágenes del Vuelo Americano, completadas con otras fuentes de información, en particular obtenidas directamente de la realidad terreno, permiten el establecimiento de unidades de vegetación que representan los ecosistemas de hace más de medio siglo. Se utilizarán los mismos criterios que se usan para la delimitación de unidades de vegetación actual, por lo que los resultados son directamente comparables y permitirán cuantificar los cambios.

1.3.5. Caracterización del régimen de renovaciones

A pesar de su indudable trascendencia en la dinámica de la vegetación, las renovaciones raramente han sido objeto de un análisis detallado que posibilite describir sus características, aunque sean las más elementales, y ubicarlas en espacio y tiempo. En este trabajo se van a recoger datos que permitan esbozar el régimen de renovaciones que, con profundas variaciones en tiempo y espacio, ha afectado en el último siglo. Sería posible recoger información de épocas pretéritas, pero un análisis así, de tipo histórico o incluso paleoecológico, excede los objetivos de este trabajo. La información que servirá a este propósito es de variados tipos.

Para caracterizar el régimen de renovaciones se debe analizar la serie histórica de los eventos que las producen. Se trata de un análisis complejo (Mori, 2011), con muchos tipos de eventos, diferentes formas de actuar y contrastados efectos sobre el ecosistema, a todos los niveles (Sevilla, 2008). Diversos tipos de eventos afectan a distintas escalas espaciales y temporales; por ejemplo, es típico que sobre un territorio acaezcan usualmente eventos de pequeña intensidad y extensión, pero que esto sea compatible con la aparición infrecuente de eventos mucho más destructivos, calificados como catastróficos, que pueden ser del mismo tipo de los habituales o de uno distinto (Worrall *et al.*, 2005). Las variables que definen el régimen de renovaciones (frecuencia, intensidad, extensión y otras) no son independientes de la extensión territorial (Falk *et al.*, 2007) ni del periodo analizado; sobre esta última afirmación versa una parte importante del trabajo de esta tesis, por comparación del régimen de renovaciones durante el sistema agrario

tradicional y el actual, que ha variado profundamente. Una caracterización rigurosa debería recoger datos de considerables extensiones, al menos del orden de una comarca, y en dilatados periodos históricos, siglos al menos. Además, incluso si se logra descifrar una larga serie histórica de eventos, no sirve con realizar una proyección de los mismos, sino en función de la susceptibilidad actual del ecosistema y de las nuevas circunstancias socioeconómicas y ecológicas se debe anticipar cómo va a cambiar dicho régimen: con carácter general, las proyecciones lineales no son útiles en sistemas complejos, o al menos hay que permanecer expectantes ante dinámicas no lineales; pero es que en las actuales circunstancias, tras la revolución ecológica y económica causada por el fin del sistema agrario tradicional, es más prudente no extrapolar en modo alguno lo ocurrido en el pasado, por el cambio radical en los factores que inciden sobre el monte. Dicho todo esto, que parece abocar a este tipo de estudios a una complejidad inabordable, lo cierto es que describir las líneas básicas del régimen de renovaciones no es necesariamente difícil, asumiendo que se obvian aspectos importantes y quizá alguno decisivo que no sea evidente.

Sobre el terreno persisten durante un cierto tiempo los efectos directos de los eventos que han acaecido, como por ejemplo los troncos derribados o quemados, los restos carbonizados en general, los pies muertos en pie por efecto de plagas, etc. (Figura 1.3.8).

Pero con frecuencia estas evidencias directas son efímeras, como es el caso en incendios de pasto, o en el propio ramoneo y pastoreo (Figura 1.3.9). Aunque como siempre hay excepciones en estos ejemplos, como cuando los fitófagos dañan un árbol es la fase de ocupación y los indicios del ramoneo persisten durante décadas (Figura 1.3.10).

Figura 1.3.8. Un ejemplo de indicio de la acción de un agente renovador que permanece décadas lo encontramos en este roble, muerto por *Armillaria mellea*. Era tan grande y majestuoso que incluso tenía nombre propio: Roble de las Coronillas. Presenta el aspecto característico de los pies muertos por el ataque de este hongo, con el tronco sin corteza (Ribota, Valle de Mena).

Figura 1.3.9. Ladera quemada tres años antes de tomarse la imagen, en un incendio de principios de primavera. La cubierta es completa y el aspecto muy semejante al que existía antes del paso del fuego. En esta zona y para este tipo de incendios el suelo normalmente está saturado de agua a los pocos centímetros, de forma que el fuego apenas progresa en profundidad y la recuperación de la vegetación es mucho más rápida (Las Machorras, Burgos).

Figura 1.3.10. Bosquete de pinos silvestres que ya han escapado al diente del ganado y se desarrollan según su modelo prefijado genéticamente, pero que conservan en su parte baja una acumulación de ramillas, ahora secas. Estas indican el severo castigo que sufrieron en la fase de instalación y la gran resistencia de estas coníferas en sus primeros años, que les permitió sobrevivir (Guadalaviar, Teruel).

Es habitual recurrir a evidencias indirectas de la acción de los agentes, basadas sobre todo en la estructura de la vegetación y, en particular, en la arquitectura de los árboles: las desviaciones del modelo prefijado genéticamente indican, entre otras cuestiones, la concurrencia a que ha estado sometido el árbol y los traumatismos que ha sufrido y que son posibles de fijar aproximadamente

en el tiempo en función del grado de recubrimiento del daño o del crecimiento (en diámetro o en longitud) a partir de la zona dañada.

En algunos casos, estos indicios permiten incluso datar con precisión la fecha y hasta cierto punto la intensidad de los eventos; este es el caso con las cicatrices de fuego en los árboles, que gracias a los anillos de crecimiento anuales hacen fácil establecer el año del incendio, y en función de la severidad del daño permite hacerse una idea de lo intenso que fue el fuego (Figura 1.3.11). Otro ejemplo del uso de la arquitectura lo tenemos con los árboles inclinados tras haber crecido verticales, que indican la acción de aludes o la existencia de movimientos en masa en la ladera.

Figura 1.3.11. Tocón de roble en el que se aprecian dos líneas más líneas más oscuras, que presuntamente coinciden con el efecto de dos incendios. Se aprecian los procesos de recubrimiento de las heridas de fuego. Estos eventos se pueden datar con precisión simplemente contando anillos (Ribota, Valle de Mena).

La composición específica de la vegetación ayuda a deducir el tipo de evento más determinante en cada lugar y su frecuencia e intensidad, aunque no sirve para datarlos con precisión (Figura 1.3.12). Aunque las plantas presentes son constituyen un indicador de primer orden de los eventos pasados, se procurará recurrir con carácter general a otros indicios para no caer en tautologías, es decir, evitando validar un modelo dinámico en el que se concede singular relevancia al régimen de renovaciones utilizando la vegetación a la vez como resultado del modelo y como dato que se introduce en el mismo: la composición específica integra un conjunto de factores, y no solo el régimen de renovaciones, por lo que no es recomendable inferir este régimen por las especies presentes, sobre todo teniendo en cuenta que en ecología son muy frecuentes las correlaciones ocultas, y por ejemplo es muy difícil discriminar si un taxon se ubica en una vaguada porque allí hay un régimen hídrico más favorable o porque se quema menos. Incluso en el caso de los matorrales pirófitos, en los que existe una estricta relación causa-efecto entre el régimen de eventos renovadores y la vegetación resultante, no se supondrá de forma directa que el terreno cubierto de estas matas ha sido quemado salvo que se observe en las imágenes analizadas (en los años 1957 y 2009).

Figura 1.3.12. Las zonas elevadas de los montes de Ordunte están cubiertas por grandes extensiones de matorral pirófito, como las que se observan en la fotografía. Se trata de una formación de brezal-tojal, con abundante helecho en las partes más húmedas. Las frondosas aparecen refugiadas en las zonas menos expuestas al fuego: las vaguadas. En la imagen se ven sobre todo rebollos, que en este húmedo y lluvioso clima se pueden considerar árboles pirófitos; un poco más en los núcleos de los rodales boscosos, menos afectados por las quemas, se aprecian unas pocas hayas. Se trata de un ecosistema determinado por el fuego en cuanto a su estructura y composición, de manera muy evidente. A pesar de esta seguridad en la relación causal, se evitará usar la vegetación para caracterizar el régimen de renovaciones; solo servirá como elemento de corroboración (Campillo, Valle de Mena).

La distribución espacial de las distintas generaciones en las plantas, así como la edad de cada generación, sirven al menos para esbozar el régimen de renovaciones que ha afectado en el pasado: aunque a veces no se pueda datar ni caracterizar con precisión el último evento importante, siempre es factible establecer el periodo en el que se ha instalado la generación actual, lo que es un indicio muy útil en ese sentido. La forma de la zona renovada es diferente en función del tipo de evento que la causó, y la edad de la generación, deducida a partir de la talla de los pies que la forman, de los anillos de crecimiento u otros medios, sirve para datar el momento en que se originó.

Además de la vegetación será útil la geomorfología y las características edáficas: sirven para detectar procesos erosivos de diverso tipo (erosión laminar, regueros, barrancas, movimientos en masa), que son indicadores de varios tipos de eventos (sobre todo incendios e intenso pastoreo) y que, superados ciertos umbrales, se convierten en agentes activos de renovación; el relieve abancalado muestra la existencia de antiguos cultivos; las carboneras son indicios de renovación por cortas en el área de afección de las mismas; el relieve de hoyos y montículos es indicador de los desarraigos pasados de árboles, algo que en ocasiones se confirma por restos de troncos pero que es más duradero en el relieve; bocaminas, escombreras y en general un relieve característico están asociados a la actividad minera; etc. (figuras 1.3.13 a 1.3.19).

Las construcciones humanas o sus restos sirven también en la ingente tarea de caracterizar el régimen de renovaciones. Así, la red viaria ayuda a delimitar las zonas que han sido objeto de aprovechamiento; en el pasado esta red era sumamente amplia, como un indicador de que la explotación de los recursos llegaba a todo el territorio. Las construcciones de todo tipo, de las que ahora pueden quedar solo unos escasos restos, están asociadas a actividades que tuvieron un impacto sobre los montes. En cada caso es preciso averiguar el uso de la construcción para estimar su función y por tanto la forma en que está relacionada con la actividad en el monte (figuras 1.3.20 a 1.3.23).

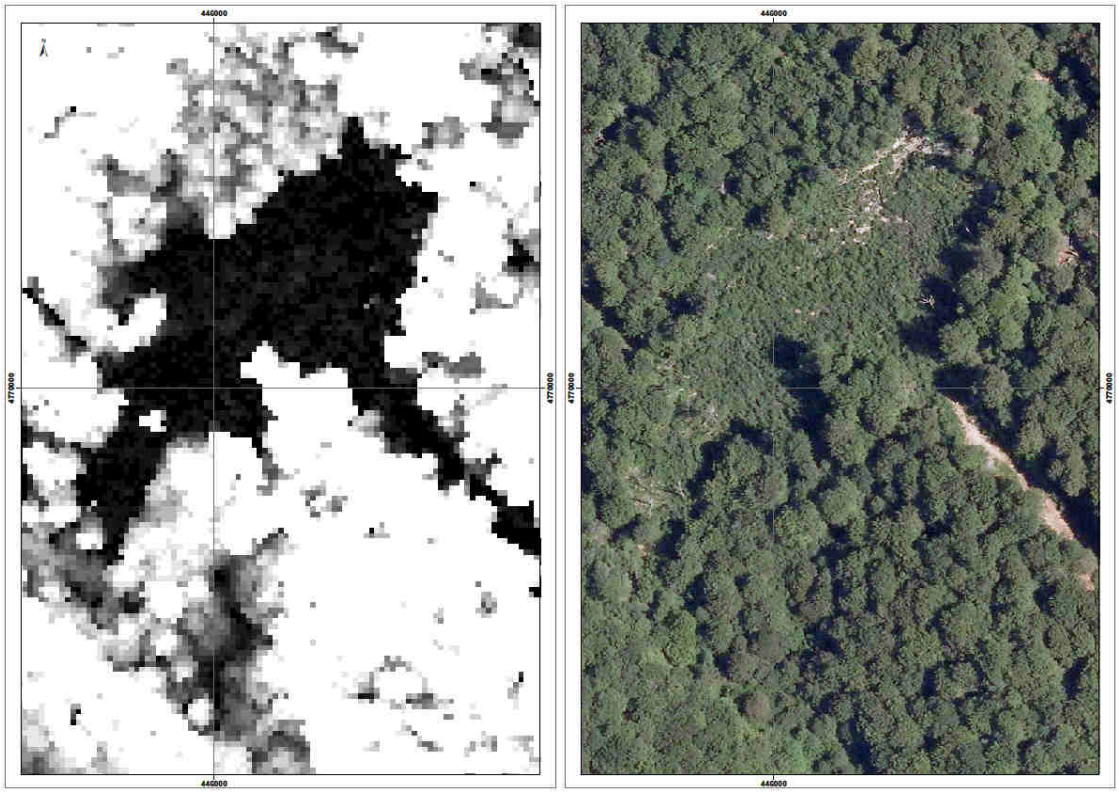


Figura 1.3.13. En medio del bosque dominado por hayas, se observa una zona renovada alargada en el sentido de la pendiente, colonizada por abedul, chopo temblón, aliso, sauce y matas leguminosas; también hay algunos robles y hayas, pero dominan las especies más pioneras. En principio las características son típicas de aludes, pero en este caso se trató de un desprendimiento masivo del terreno, que fue desencadenado por la construcción de una pista forestal en una ladera muy inestable. Los efectos del deslizamiento de ladera en la vegetación son claramente perceptibles en la ortofotografía y en la imagen lidar; en esta última las alturas de vegetación son más claras cuanto más elevadas (Quisicedo, Burgos).

Figura 1.3.14. En los derribos por desarraigo se forma un característico relieve de hoyos (donde se ubicaba la base del árbol) y montículos (por la tierra que arrastra el árbol al caer) que es muy duradero en el tiempo. En la imagen no cabe ninguna duda del origen del evento renovador, porque todavía permanecen los troncos, aunque ya en avanzado grado de descomposición, y porque la forma de hoyos y montículos es muy evidente. Teniendo en cuenta los años transcurridos desde el derribo, y su relativa amplitud, llama la atención la escasez de regenerado: solo es perceptible una pequeña haya en lo alto de un montículo. La explicación radica en que la zona es querenciosa para los grandes fitófagos, tanto para el ganado como para el ciervo (Nava de Ordunte, Valle de Mena).

Figura 1.3.15. En el mismo rodal de la imagen anterior se ve un derribo más antiguo, cuyo origen sigue siendo bastante evidente para el observador experimentado, pero en el que la madera ya casi se encuentra completamente integrada en el suelo y apenas se perciben los restos del tronco; además, el hoyo está bastante relleno de hojas y otros restos, y la forma del montículo es diferente de la que tenía cuando se generó. El haya tarda mucho menos en pudrirse que el roble, que es mucho más duradero (Nava de Ordunte, Valle de Mena).

Figura 1.3.16. Foto 45943. Ladera cubierta por un denso bosque dominado por hayas. Su geomorfología y la presencia de pies inclinados y combados son claros indicios de que se está produciendo un fenómeno de reptación, de lento movimiento en masa de la ladera. El desplazamiento en masa genera frentes como el de la imagen, en el que aflora el suelo desnudo. Por debajo del frente se ven árboles que se han desplazado junto con el suelo, y lo muestran con su porte; en particular destaca un chopo temblón (*Populus tremula*; a la izquierda con la corteza rugosa), que se ha combado intentando mantener la verticalidad. Es algo relativamente abundante en el Valle de Mena, sobre todo cuando coinciden un sustrato margoso, una ladera empinada y humedad (monte Sarón, Valle de Mena).

Figura 1.3.17. Foto 40459. Antigua carbonera en un robledal con abundante sotobosque de arándano. Se trata meramente de una plataforma, cuyo origen podría confundirse con otros como los derribos o pequeños rellanos naturales. Pero hay varios indicios que prueban que se trata de una carbonera: es el único sitio donde no hay arándano; y, lo que es definitivo, excavando en la plataforma se encuentran abundantes restos de carbón. Los grandes robles indican que la carbonera lleva ya mucho tiempo en desuso (Nava de Ordunte, Valle de Mena).

Figura 1.3.18. En una ladera en la que simplemente se apreciaba un pequeño rellano semejante al de la imagen anterior, con las labores de apertura de la pista forestal ha quedado de manifiesto no solo la evidencia de que se trataba de una antigua carbonera, sino hasta cierto punto una cronología de su utilización: en el corte del terreno puesto al descubierto se aprecian dos periodos de funcionamiento de la carbonera; tras un dilatado periodo de acumulación de carbón hubo otro en el que ésta no se dio, con deposición de sedimentos producto de la erosión de la ladera, y posteriormente se volvió a reutilizar la carbonera durante un periodo más breve que el inicial (Gijano, Burgos).

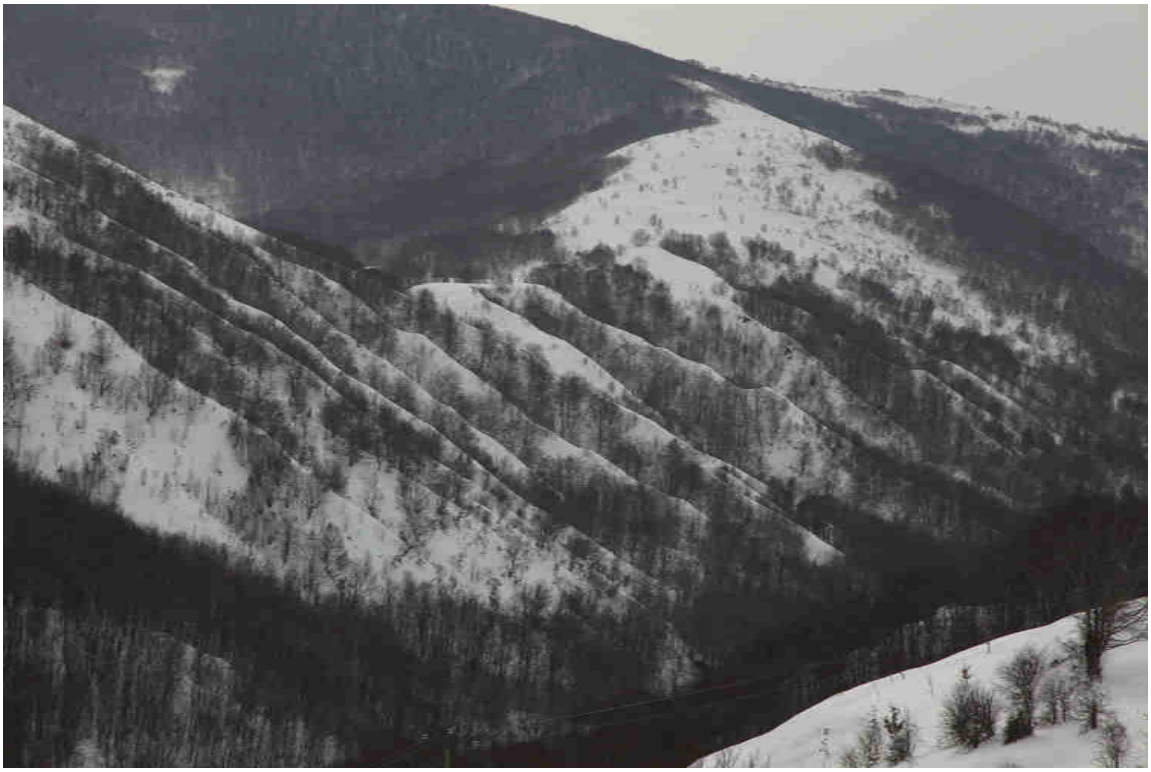


Figura 1.3.19. A una escala más grosera que la correspondiente a las anteriores imágenes, la geomorfología también informa sobre el régimen de renovaciones. Aquí se observa cómo, en un contexto de laderas redondeadas, que es el habitual en los bosques atlánticos, aparece una zona profundamente acarcavada, que es indicativa de violentos fenómenos erosivos. La explicación reside en un régimen de renovaciones previo que conllevaba una situación mucho más deforestada que la actual (Las Machorras, Burgos).

Figura 1.3.20. Aunque ahora este antiguo camino carretal ya es apenas perceptible en buena parte de su recorrido, aquí se distingue perfectamente por el muro de piedras que sujetaba el terraplén (Ribota, Valle de Mena).

Figura 1.3.21. Muchas veces las carboneras eran una simple explanada, pero en ocasiones era preciso sujetar el terraplén con un muro de piedras; especialmente si se trataba de una gran carbonera, como en este caso (Partearroyo, Valle de Mena).

Figura 1.3.22. Otro indicio que muestra la importancia de la actividad del carboneo en el Valle de Mena. Es otra construcción ligada a la actividad, aunque de forma menos evidente que la anterior: son los restos de un corral donde los carboneros guardaban los bueyes que usaban para el transporte del carbón y para llevar la leña a la carbonera. Al lado hay una carbonera y una explanada donde había una choza en la que se refugiaban los carboneros, de la que ya apenas quedan restos (Nava de Ordunte, Valle de Mena).

Figura 1.3.23. Restos de una cabaña en medio del bosque. El paraje se conoce como "La cabaña de los cerdos". En este monte había cerdos en montanera y en la cabaña se quedaba a dormir el porquero en verano y otoño. En esta última estación se aprovechaba el hayuco y la bellota (que en Mena se llama landa). El bosque aquí está compuesto por grandes hayas y robles, remanentes de una estructura adehesada que ahora se va transformando porque en ella se van regenerando árboles jóvenes, sobre todo hayas (Hornes, Valle de Mena).

Un conjunto de evidencias que es de suma utilidad para determinar el régimen de renovaciones emerge del análisis de los patrones de distribución de la vegetación en relación a los lugares más o menos expuestos a la acción de los agentes renovadores. En este sentido las ubicaciones con una topografía especial, como barrancos profundos, están normalmente sometidas a un régimen de renovaciones distinto de las zonas circundantes, lo que, bien analizado, proporcionará importantes pistas acerca de los eventos de mayor relevancia en la zona. Con carácter general, el análisis de las situaciones protegidas frente a uno o varios tipos de eventos ayudará a caracterizar el régimen de renovaciones de la zona (ver Sevilla, 2008), así como las potencialidades de desarrollo de la vegetación en ausencia de esos eventos. Como siempre, existirá una considerable

dificultad en discriminar el efecto de las renovaciones, ya que su acción es conjunta con el medio geoclimático, y ambos factores no son independientes (figuras 1.3.24 a 1.3.28).

Figura 1.3.24. Una de las consecuencias de los reiterados incendios, incluso en zonas muy húmedas, es que los bosques solo persisten en las zonas de más difícil propagación del fuego, que son las vaguadas umbrías. Puede pensarse que se encuentran en ellas porque es donde más suelo y humedad se acumulan, pero es por un efecto indirecto, ya que las vaguadas, y sobre todo si se ubican en laderas de umbría, como es el caso en la imagen, se queman menos veces y sobre todo con menos intensidad que las lomas. En el productivo clima cantábrico hay pocas dudas de que la causa de la restricción de los árboles está relacionada con el fuego, ya que es evidente que llueve suficiente en todas las estaciones como para que árboles de todas las especies de la zona pueden desarrollarse en lomas y crestas. De hecho se aprecia cómo el regenerado de árboles (abedules y otros) se va extendiendo a partir de los remanentes boscosos. El problema es que esas zonas cubiertas de matorral pirófito con árboles regenerados dispersos son sumamente vulnerables al fuego, evidentemente mucho más que los rodales arbolados de las vaguadas (Centenales, Asturias). Ver también la figura… de mapa de Campillo y Burceña de bosques refugiados en las vaguadas.

Figura 1.3.25. El robledal se asienta aquí sobre una zona muy pedregosa superficialmente. Aunque los robles tienen daños de incendios, el fuego llega a los canchales con menos intensidad y seguramente menor frecuencia que en el entorno. Se aprecia cómo el brezal domina fuera de la protección de las piedras, en el rodal contiguo. Se ha efectuado recientemente un tratamiento silvícola, de lo que hay varios indicios: la poda de una gruesa rama, troncos y ramas troceados (Ribota, Valle de Mena).

Figura 1.3.26. El mismo efecto de la imagen anterior resulta aquí muy evidente con el haya, que es más sensible al fuego que el roble. Existe un límite brusco entre el tojal, que se quema con frecuencia, y el hayedo, al que la roca caliza superficial sobre la que se asienta le supone una protección frente al avance de las llamas (Las Machorras, Burgos).

Figura 1.3.27. Las zonas excluidas de la acción de un agente renovador, cuando esta es decisiva en la dinámica ecológica, muestran de forma clarificadora las consecuencias ecológicas de los eventos renovadores. Si no se hubiese establecido un cerramiento, no sería tan evidente que la ausencia de regeneración en el suelo del robledal es consecuencia de la acción de los fitófagos; que en este caso son silvestres, corzo en concreto (Bann, Alemania).

Figura 1.3.28. El análisis de las ubicaciones protegidas es más fructífero cuando se realiza a varias escalas, y sin prejuicios acerca de si la protección es inducida por humanos o no. En este ejemplo, la protección frente grandes fitófagos y su acción determinante se hacen evidentes a escala de más detalle que en la imagen anterior, y sin la intervención directa del hombre: los mecanismos de defensa del acebo, que se vuelve muy pinchudo por el ramoneo, le permiten no solo sobrevivir sino eventualmente superar la altura crítica y lograr su pleno desarrollo; además su protección sirve también para que el arándano, que alrededor aparece muy recomido, persista y pueda alcanzar aquí mayor talla. Otra cuestión es que, a la larga, el acebo tenderá a relegar al arándano, de menor talla y tolerancia; pero eso no empaña que hasta el momento este último se haya visto beneficiado por él. En este caso es el ciervo el principal agente renovador (Partearroyo, Valle de Mena).

Además de los indicios en el campo, otras fuentes de información se pueden utilizar para caracterizar el régimen de renovaciones:

- Fotografías aéreas en las que se aprecian eventos como cortas, incendios recientes, severas erosiones, deslizamientos en masa, etc. La información es mucho más abundante en las dos últimas décadas, en las que existen vuelos cada pocos años. Las imágenes aéreas, además de que pueden mostrar directamente algunos eventos, muestran indicios de otros mediante la comparación de la vegetación que se puede observar en distintas fechas.
- Partes de incendios. Al menos en Castilla y León, la moderna estadística refleja con exactitud las superficies quemadas. Desde hace unos pocos años se miden con GPS u otras formas precisas como a través de fotografías aéreas o sensores remotos. Anteriormente se elaboraban planos de algunos incendios y de otros solo figuran los datos aproximados de la superficie y de la ubicación. Como ocurre con la mayoría de las fuentes de información, los datos de los años recientes son mucho más precisos y fidedignos; cuanto más atrás en el tiempo más probable es que algunos incendios no figuren reflejados, pues solo hace unas décadas en las áreas con más incidencia del fuego las quemas de matorral y pastos no se contabilizaban.
- Propuestas de trabajos selvícolas y de mejoras pascícolas. En general son precisas, con planos de suficiente detalle (escala 1:10.000), pero en no pocas ocasiones finalmente no se ejecutaban exactamente como se presupuestaban, existiendo a veces notables discrepancias.
- Autorizaciones de corta a particulares. Normalmente conllevan la referencia catastral y una estimación más o menos grosera de lo que se va a cortar.
- Expedientes de corta en montes de utilidad pública. En este caso la información es habitualmente fiable y precisa, debido al seguimiento que se realiza de cada aprovechamiento.

- Proyectos de ordenación de montes. Recogen los sucesos más relevantes, así como los aprovechamientos efectuados, aunque en muchos casos no de forma espacialmente explícita.
- Otros datos que obran en poder de la administración forestal, que lleva gestionando montes de utilidad pública desde hace más de siglo y medio, y ha recopilado una ingente cantidad de información dentro de expedientes de autorizaciones diversas, ocupaciones, deslindes, conflictos de propiedad, etc. En general, los datos más antiguos son más difíciles de encontrar y menos precisos.
- Aunque la administración forestal es la principal fuente de información escrita, también la administración local, archivos históricos e incluso particulares disponen de documentos valiosos. Así, las ordenanzas locales, sobre todo las antiguas, que incluyen muchos aspectos relativos a la regulación de los aprovechamientos en los montes, aportan datos relevantes acerca de las actividades del sistema agrario tradicional. Tienen el inconveniente de que no es posible la precisa ubicación de los eventos a los que hacen referencia, aunque con frecuencia aluden a parajes cuyos nombres todavía hoy se identifican en el terreno.
- Información escrita no oficial, como recortes de prensa o de revistas, en los que por ejemplo se recogen noticias de incendios o inundaciones. En general es poco probable que este apartado sea muy fructífero, dada la dificultad para su precisa ubicación espacial.
- Datos aportados por lugareños.
- Datos aportados por profesionales del mundo forestal. En este sentido, es de especial valor lo que puedan aportar los agentes medioambientales de la zona, en especial de los que lleven más tiempo en ella.

Con los datos provenientes de estas fuentes de información es posible elaborar un mapa con los eventos registrados, descritos por personas o que se puedan inferir con seguridad a partir de lo que se puede observar en la actualidad en el ecosistema. Para dejar clara la fuente de información, y evitar tautologías, se deben presentar los datos que hayan ayudado a la determinación del régimen de renovaciones. Toda la información recogida deberá ser, además de fidedigna, espacialmente explícita y datada, o con posibilidades de ubicar con precisión en espacio y tiempo en un trabajo posterior de gabinete.

2. DESCRIPCIÓN E INTERPRETACIÓN DINÁMICA DEL VALLE DE MENA

2.1. MEDIO GEOCLIMÁTICO DE LA ZONA DE TRABAJO

2.1.1. Descripción general

El Valle de Mena es un municipio de 263 km^2 ubicado en el norte de Burgos, en la comarca de las Merindades, en el límite con el País Vasco (Figura 2.1.1). Forma parte del sistema orográfico cantábrico, en esa zona de transición entre las cotas más elevadas de la Cordillera Cantábrica, que terminan por el este en Castro Valnera, y el imponente sistema orográfico pirenaico. Es uno de los escasos valles dentro de la comunidad de Castilla y León que vierte al mar Cantábrico, lo que lo condiciona en gran medida y le da un carácter singular en el contexto regional castellano. Además, el valle está flanqueado al norte por los montes de Ordunte, que actúan de eficaz barrera que concentra precipitaciones y provoca un efecto microclimático, de forma que Mena también es singular dentro de los valles cantábricos. Los denominados montes de la Peña flanquean el valle por el sur, formado espectaculares cortados calizos.

Tal y como sería de esperar por la posición topográfica y la ubicación geográfica general, las precipitaciones son abundantes y las temperaturas relativamente suaves todo el año. Existe sequía estival, pero no es severa ni duradera. Los ecosistemas meneses muestran una variedad enorme, que se analizará con más detalle en otros apartados: desde montes de aspecto muy mediterráneo a turberas de cobertura más propias de latitudes nórdicas o sitios más elevados.

En cuanto al régimen de propiedad de los terrenos forestales, predomina la propiedad pública (56%) frente a la privada (44%), y dentro de la pública hay más terrenos catalogados de utilidad pública que los que no tienen esa categoría (Figura 2.1.2). Además, existen múltiples peticiones para catalogar nuevos montes, proceso que está pendiente de trámites administrativos, pero que a medio plazo debe incrementar sustancialmente, todavía más, la superficie de utilidad pública.

Los datos expuestos se refieren a la totalidad del territorio menés, y no solo a los terrenos que tienen la categoría legal de montes. Condición que por cierto es variable en el tiempo, por dos opciones contrapuestas:

- Cambio de uso forestal. En la actualidad está muy restringido por la normativa, y en todo caso no existe una gran presión en este sentido en Mena.
- Colonización de los terrenos agrícolas abandonados por especies forestales. Esto ha ocurrido de forma muy importante en el pasado, en todo el norte de España y en general en cualquier zona en estado de reconstitución.

A estas dos opciones habría que añadir una más que en el caso de Mena adquiere una considerable relevancia: cambio de la definición de monte en la normativa forestal. La moderna Ley de Montes recoge lo esencial de la preconstitucional en lo relativo a qué terrenos tienen la condición de monte, pero con un matiz que en el caso que nos ocupa es relevante: en la Ley de Montes de 1957 se excluían, de forma explícita, los prados desprovistos sensiblemente de arbolado forestal y las praderas situadas en las provincias del litoral cantábrico. Aunque evidentemente Burgos no tiene costa, parecía claro que la excepción del precepto legal era de plena aplicación a los prados meneses. Situación jurídica que ha cambiado porque ahora ha desaparecido esa excepción.

Aunque el Reglamento de Montes de 1962 continúa vigente en lo que no se oponga a normas más recientes de igual o superior rango, parece que la cuestión del ámbito de aplicación de la ley radica en la esencia misma de la ley, y por tanto debería quedar excluida la opción de interpretar el precepto conforme al desarrollo de una ley derogada. En definitiva, la interpretación que en la actualidad se da es que los prados de Mena son también terrenos forestales, y en consecuencia se les aplica su normativa. De forma que, al derogarse la Ley de Montes de 1957, la superficie forestal aumentó súbitamente en más de 4.000 hectáreas, y pasó a abarcar aproximadamente el 95% del terreno menés. No obstante, podrían persistir algunas dudas sobre la correcta interpretación de la definición de monte, sobre todo porque existe todo un gradiente de prácticas en los prados que los ubican más o menos cerca del concepto tradicional de monte: un pastizal que se siega ocasionalmente siempre se ha considerado terreno forestal; pero también hay prados que apenas se siegan, y se usan a diente por el ganado; y existen un sinfín de prácticas que son más típicas de los cultivos agrícolas que de los montes, y que se realizan en los prados. En todo caso, para los objetivos de esta tesis no se considera necesario profundizar más en esta cuestión.

La delimitación del territorio incluido en el estudio aquí realizado es la municipal, con un pequeño matiz: se ha respetado la unidad de los montes de utilidad pública meneses, alguno de los cuales desborda los límites jurisdiccionales del término menés. Sobre todo se trata del monte “Peña y Dehesa”, número 560 del Catálogo de M.U.P. de Burgos, propiedad de la Junta Administrativa de Leciñana de Mena; se introduce 14,6 hectáreas en la vecina Merindad de Montija, aunque esa superficie vierte sus aguas al Cantábrico a través del río Cadagua (Figura 2.1.3). Esta situación se repite en otros lugares del Valle de Mena, aunque con superficies de mucha menor entidad. La superficie exacta objeto de estudio ha resultado finalmente de 26.297,35 ha.

Figura 2.1.1. Mapa de la comarca de las Merindades, que abarca el extremo norte de la provincia de Burgos. A su vez, respecto a su comarca, el Valle de Mena también ocupa una posición distal, en el noreste. Se aprecia cómo el territorio menés forma un espacio con personalidad propia, de menor altitud respecto al resto de Burgos y bien delimitado por espacios montañosos, excepto en el Puerto del Cabrio, que es la vía natural de comunicación con la Meseta; este puerto presenta la característica de que en la vertiente del Ebro es casi imperceptible, y solo es conspicuo en su caída hacia el Cantábrico.

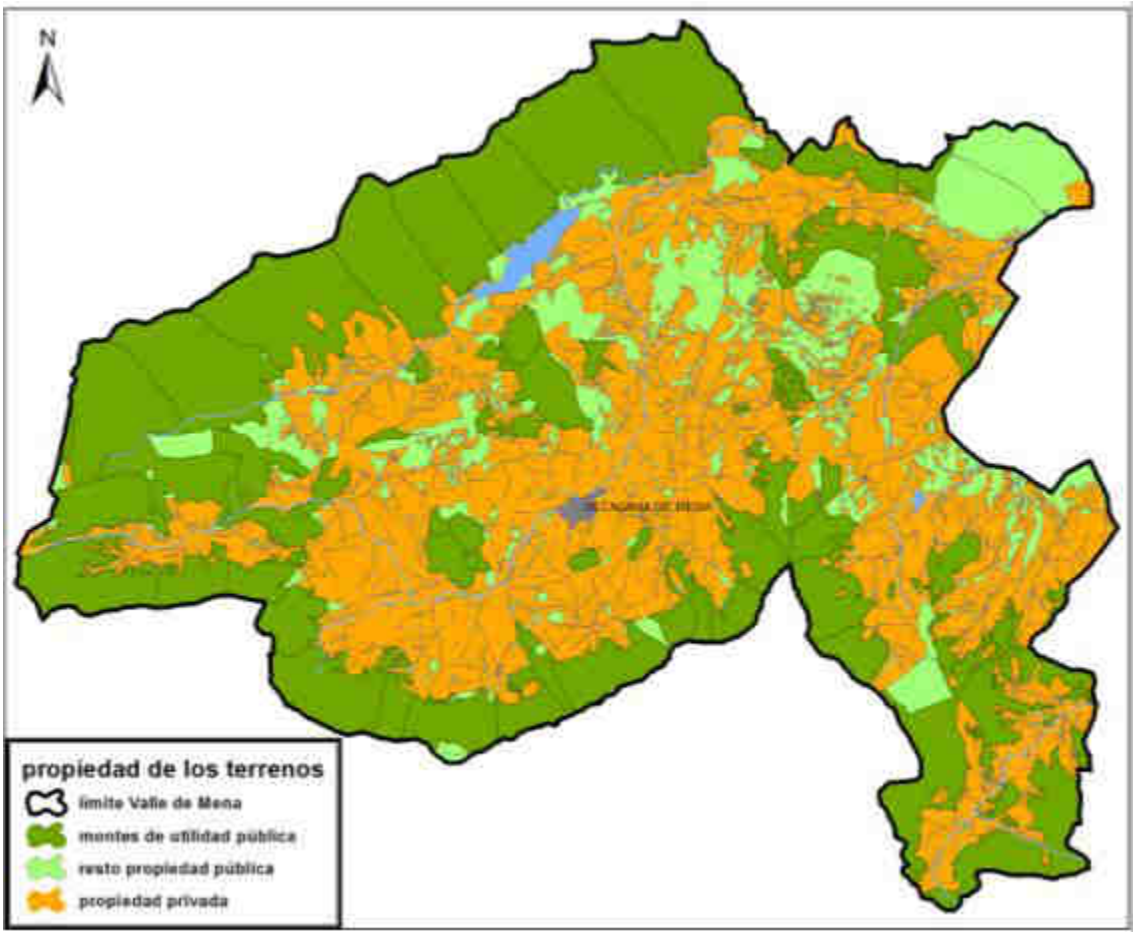


Figura 2.1.2. Régimen de propiedad en el Valle de Mena. En las propiedades públicas se han diferenciado las unidades administrativas en que están divididas, lo que no se ha efectuado con las privadas, mucho más pequeñas en tamaño. Se observan muchas líneas dentro de la zona preponderantemente privada: se trata de propiedades públicas, sobre todo caminos, en medio de esa matriz privada que domina en la parte baja del valle.

Tabla 2.1. Distribución del territorio menés según el tipo de propiedad.

tipo de propiedad	superficie (ha)	porcentajes
montes de utilidad pública	10.761,2	41%
resto propiedad pública	3.848,4	15%
propiedad privada	11.687,8	44%
TOTAL	26.297,4	100%

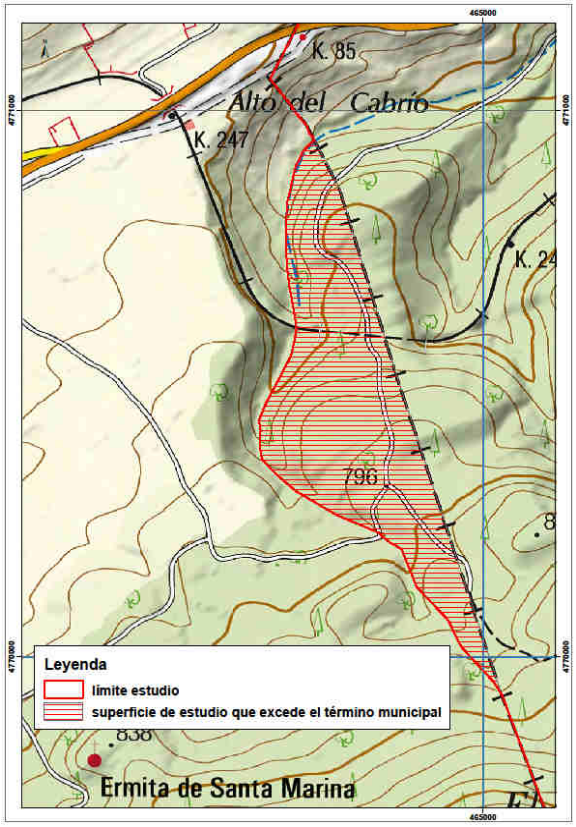


Figura 2.1.3. Principal zona en la que la superficie de estudio excede la del término municipal de Valle de Mena. Se ha preferido incluirla porque forma parte de un monte catalogado que tiene su mayor parte en Mena y pertenece a la entidad local menor de Leciñana, que forma parte del municipio menés.

2.1.2. Topografía

La cota más baja es de 162 m en la salida del río Cadagua, y la más alta de 1.343 m en el Pico Zalama, lo que supone un considerable desnivel para un término municipal de media montaña. Es un valle quebrado, como corresponde a su diferencia de cotas, pero tiene en su parte baja llanuras relativamente amplias que hoy día están cubiertas de prados y antes fueron cultivos agrícolas, lo que refuerza el carácter de valle con coherencia interna y personalidad distintiva. En esta coherencia geográfica existe, no obstante, una salvedad: la parte oriental del municipio constituye un conjunto que se organiza según un patrón topográfico e hidrográfico diferente al resto; se trata de los terrenos ubicados al este del pico del Fraile, en los valles de Angulo, Tudela y Ayega. La información lidar, aplicada al conjunto del Valle de Mena y convenientemente procesada, sirve para hacerse una idea de las más relevantes características topográficas de Mena (figuras 2.1.4 a 2.1.6).

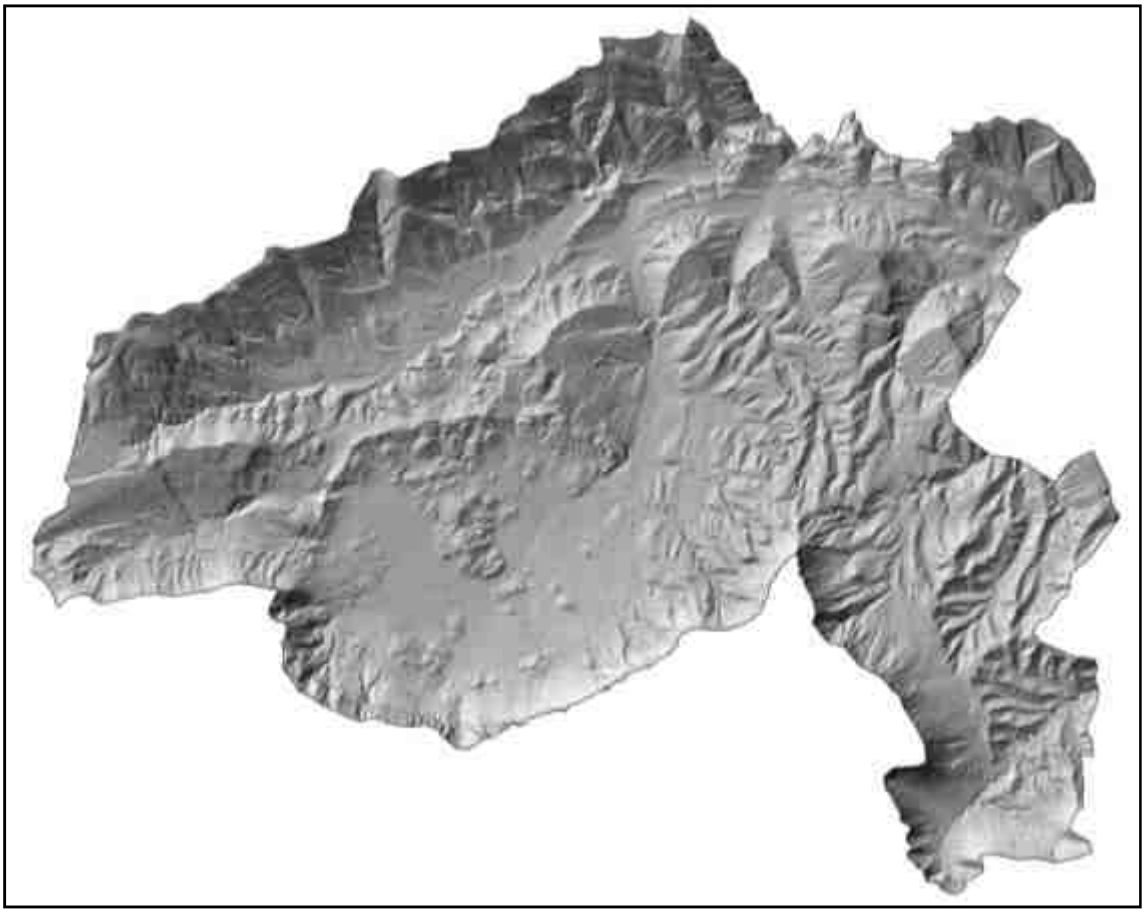


Figura 2.1.4. Sombreado del relieve del Valle de Mena, elaborado a partir de información lidar. Se aprecia de forma sintética y muy elocuente la organización topográfica general, así como muchos detalles: las zonas de relieve casi plano en buena parte del centro del valle, que le confieren un carácter singular dentro de los valles de la vertiente cantábrica, habitualmente más abruptos; la masa de agua del pantano de Ordunte, que se distingue por la ausencia total de relieve; la disimetría en las pendientes de las laderas de solana, que son en general más tendidas, y de umbría, en respuesta a la orientación de los estratos geológicos; la continuidad en la orientación en buena parte de los montes de la Peña, que contrasta con la heterogeneidad habitual, organizada por la red hidrográfica; la peculiaridad del tercio oriental de Mena, con un relieve especialmente dendriforme; algunos fenómenos erosivos de cierta envergadura; etc. La representación mediante sombreado compendia atributos topográficos como la pendiente y la orientación, que se desglosan posteriormente en otros mapas.

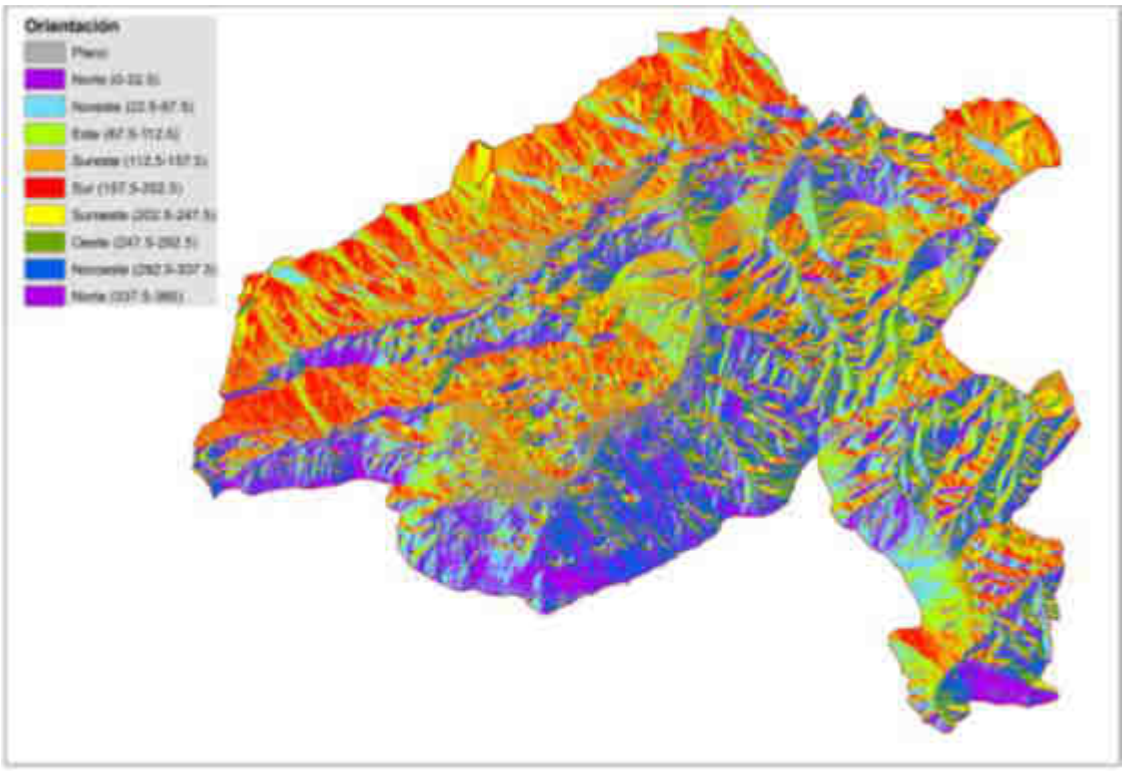


Figura 2.1.5. Mapa de orientaciones. A nivel comarcal se observa el predominio general de las orientaciones de solana en los montes de Ordunte y de las de umbría en los de la Peña. A escala más detallada, se aprecia una gran heterogeneidad, que es uno de los factores de diversidad en los ecosistemas meneses.

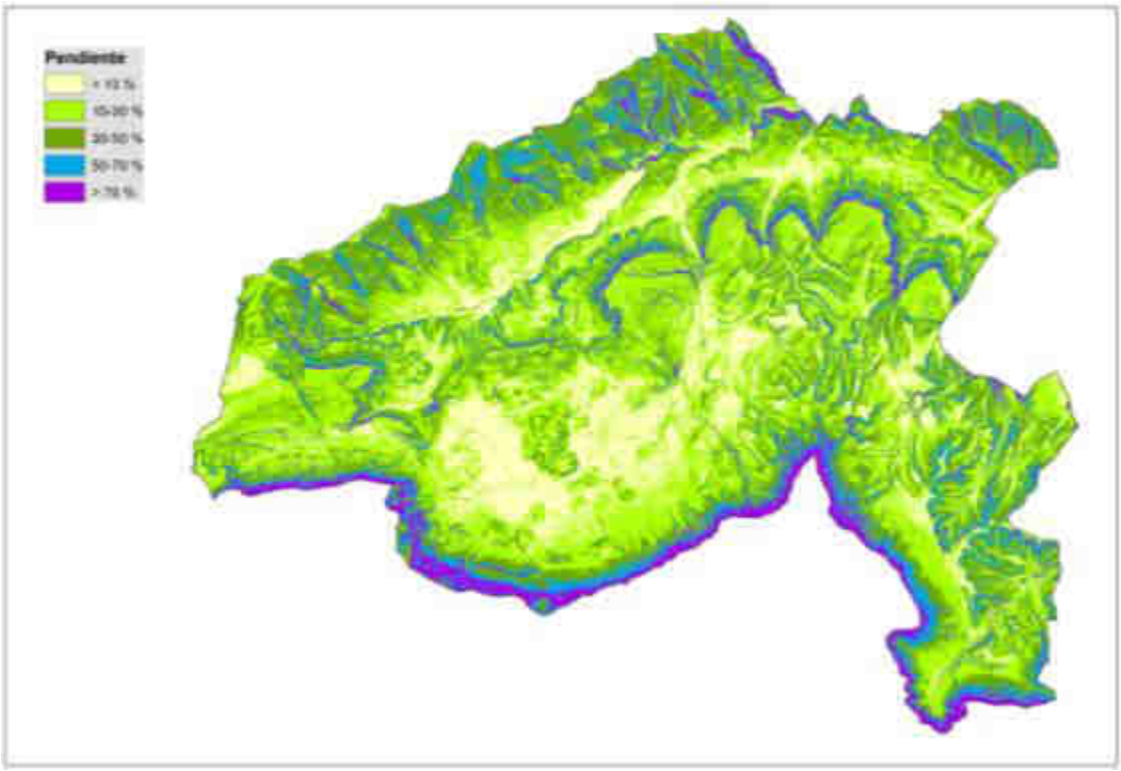


Figura 2.1.6. Mapa de pendientes. Una parte importante del centro del valle tiene una pendiente inferior al 10%, lo que es congruente con lo observado en el sombreado. Es la zona de los prados. Las pendientes moderadas (10-30%) están relativamente extendidas, y forman la transición con el siguiente segmento (30-50%), que es muy abundante en los terrenos forestales. En la zona de Ayega y de los montes de Ordunte estas pendientes relativamente elevadas son las dominantes, mientras que en el resto de las áreas montuosas hay un reparto más equilibrado entre clases. Las pendientes más altas (mayores del 50%) se reparten por buena parte de los montes meneses, aunque concentradas en la zona superior de los montes de la Peña, que con un imponente cortado calizo limitan el valle por el sur.

2.1.3. Geología

El Valle de Mena es un territorio fundamentalmente cretácico, con grandes contrastes geológicos. De las dos barreras montañosas que delimitan el valle, los montes de Ordunte son sobre todo silíceos, con predominio de areniscas, y los de la Peña calizos. El valle menés y sus montes circundantes forman una estructura aproximadamente circular de algo más de 12 km de diámetro. La depresión tiene un origen diapírico, con una intrusión salina de tipo chimenea. Los sustratos son muy variados: calizas, dolomías, margas, areniscas, ofitas, arcillas, yesos, materiales salinos y depósitos aluviales cuaternarios (figuras 2.1.6 y 2.1.7). Para una detallada descripción de la geología menesa se puede consultar el libro escrito por Rocío Santamaría Martín "La geología en el origen del Valle de Mena… de la piedra y la vida" (Geodesia S.L., 2011).

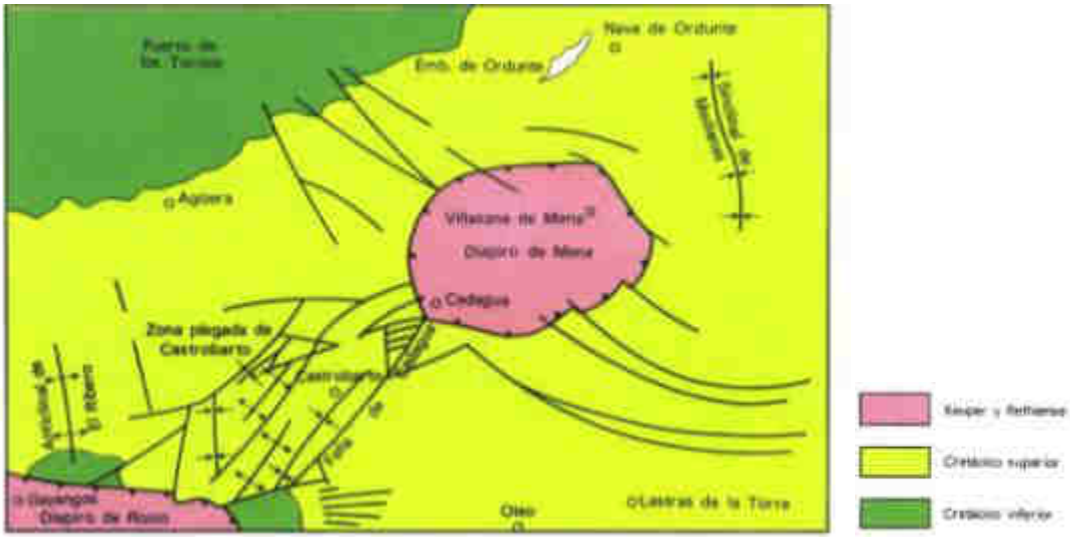


Figura 2.1.7. Esquema tectónico de la hoja 1:50.000 de Villasana de Mena, del mapa geológico de España. Destaca el diapiro de Mena, que ocupa una posición central en el valle (Instituto Geológico y Minero de España).

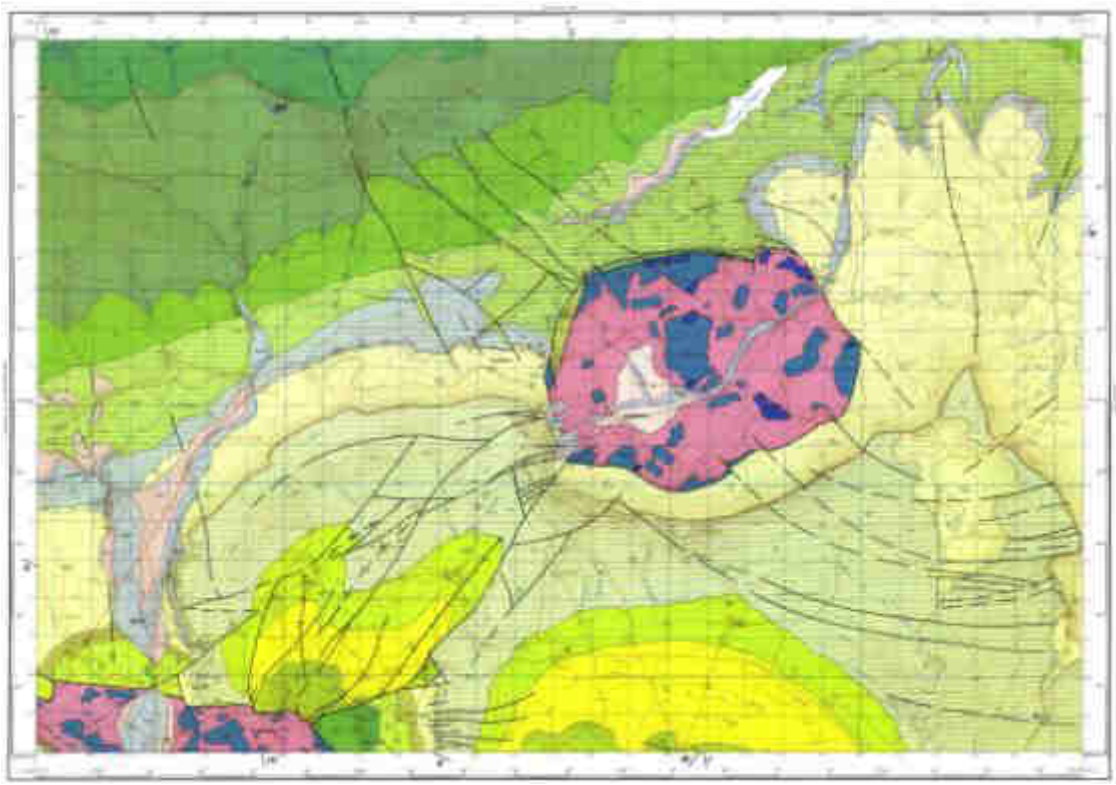
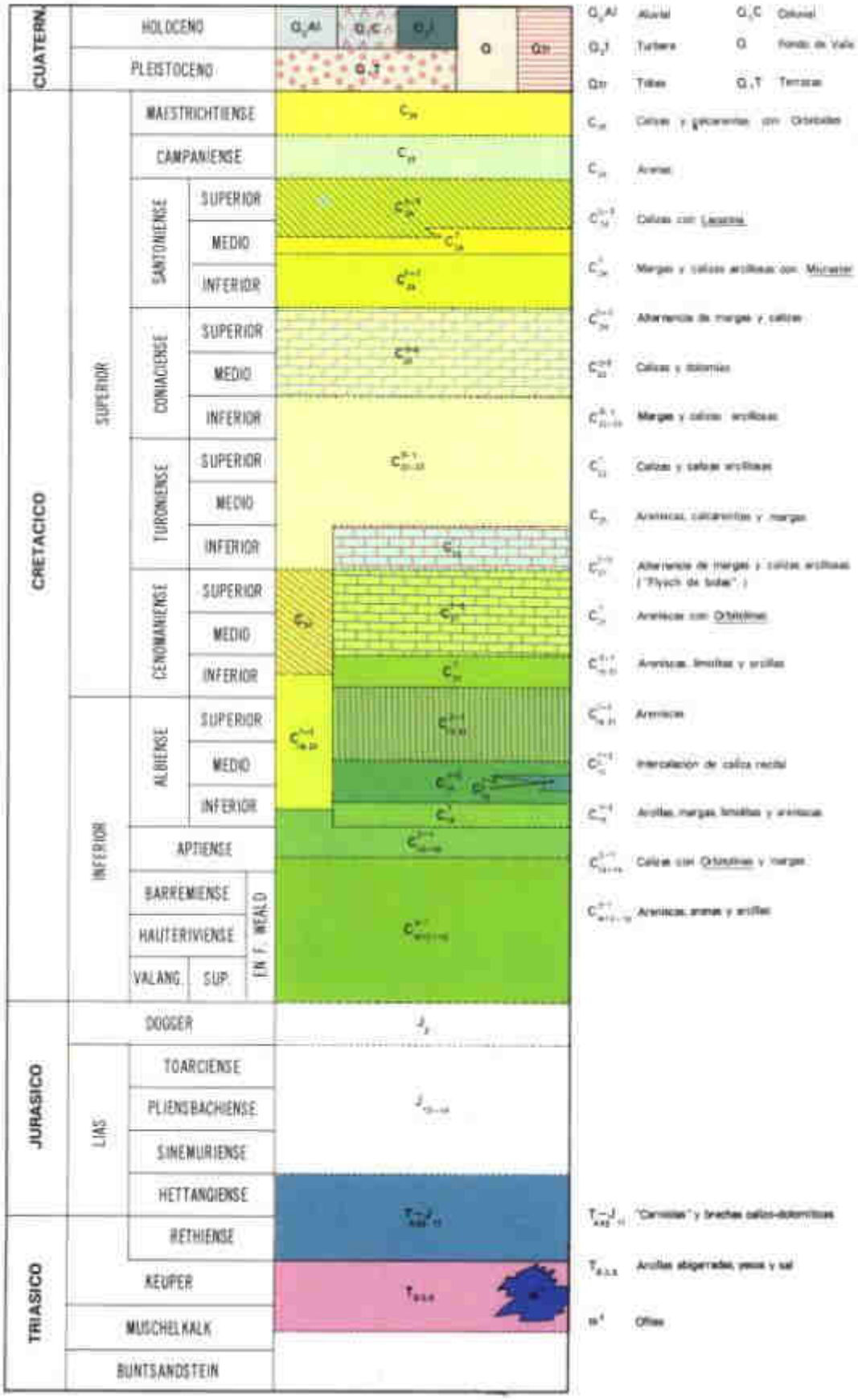


Figura 2.1.8. Hoja 1:50.000 de Villasana de Mena, del mapa geológico de España (Instituto Geológico y Minero de España). A continuación figura la leyenda de este mapa.

LEYENDA


CUATERN.
HOLOCENO
PLEISTOCENO
CRETACICO
SUPERIOR
MAESTRICHTIENSE
CAMPANIENSE
SANTONIENSE
SUPERIOR
MEDIO
INFERIOR
CONIACIENSE
SUPERIOR
MEDIO
INFERIOR
TURONIENSE
SUPERIOR
MEDIO
INFERIOR
CENOMANIENSE
SUPERIOR
MEDIO
INFERIOR
INFERIOR
ALBIENSE
SUPERIOR
MEDIO
INFERIOR
APTIENSE
BARREMIENSE
HAUTERIVIENSE
VALANG.
SUP.
FN F. WEALD
JURASICO
DOGGER
LIAS
TOARCIENSE
PLIENSBACHIENSE
SINEMURIENSE
HETTANGIENSE
TRIASICO
RETHIENSE
KEUPER
MUSCHELKALK
BUNTSANDSTEIN
Q.Al Aluvial
Q.C Coluvial
Q.T Turbera
Q Fondo de Valle
Qtr Tillas
Q.T Terrazas
Calizas y glauconitas con Orbitoides
Arenas
Calizas con Lepidorbitoides
Margas y calizas arcillosas con Micraster
Alternancia de margas y calizas
Calizas y dolomías
Margas y calizas arcillosas
Calizas y calizas arcillosas
Areniscas, calcarenitas y margas
Alternancia de margas y calizas arcillosas ("Flysch de Solán")
Areniscas con Orbitolinas
Areniscas, limolitas y arcillas
Areniscas
Intercalación de caliza recifal
Arcillas, margas, limolitas y areniscas
Calizas con Orbitolinas y margas
Areniscas, arenas y arcillas
"Carniolas" y brechas calizo-dolomíticas
Arcillas abigarradas, yesos y sal
Ofitas

2.1.4. Clima

El clima menés se puede calificar de templado y húmedo, con una cierta aridez estival, de reducida cuantía pero que hace que el agua escasee al final del verano en las estaciones con suelos de menos capacidad de retención hídrica. Como muestra de esa aridez, los prados usualmente se agostan. No obstante, la hierba acostumbra a permanecer verde todo el verano bajo el dosel arbóreo, salvo en lugares especialmente secos, lo que indica que la falta de agua es tenue y que la humedad ambiental es elevada en verano.

En la memoria del proyecto de ordenación del grupo de montes Dehesa de Ordunte figuran unos datos meteorológicos que aspiran a ser representativos de esos montes. Según se indica en este documento, proceden de corregir datos brutos de la estación de Valmaseda, ubicada en su emplazamiento original a 320 m de altitud, a la cota 600. Lógicamente, este tipo de inferencias responden a una generalización que puede no corresponder a lo que ocurre en el terreno, pero sirven para hacerse una idea aproximada del clima de la zona. En este sentido, es necesario remarcar que los montes de Ordunte, relativamente elevados para su gran cercanía al mar, tienen con frecuencia un tiempo diferente al resto del Valle de Mena: más nuboso y con abundantes precipitaciones en el monte respecto al llano. Debido a eso, es posible que las regresiones adoptadas, que son útiles con carácter general, no sean precisas para este caso.

En esta tesis, en lugar de proceder según la forma habitual, a través de regresiones para la precipitación y la temperatura, se ha procurado manipular lo menos posible los datos de precipitación, muy poco homogéneos en sus variaciones con la altitud. Se ha preferido en lugar de eso recoger datos de otros lugares con los que se ha observado en el campo que comparten tipos de tiempo local a igualdad de condiciones atmosféricas generales. Por otra parte, en lugar de dar uno o varios valores medios, representativos de los montes meneses, se ha preferido dar los extremos, entre los que estarían comprendidos todos los ecosistemas (figuras 2.1.9 y 2.1.10).

Figura 2.1.9. Foto 45972. En Mena, los montes con aspecto de soportar más aridez climática son los ubicados a cotas más bajas, hacia el sur de la salida del Cadagua hacia el País Vasco. Aquí dominan el madroño, la encina y el quejigo, con arbustos como *Phillyrea latifolia*. También abunda el pino silvestre, como colonizador; función que realiza esporádicamente *P. pinaster*. Hay repoblaciones de *Pinus radiata*. A pesar del ambiente vegetal, de marcada mediterraneidad, en cuanto la sucesión avanza los árboles mesófilos tienden a dominar (Opio, Valle de Mena).

Figura 2.1.10. Foto 43783. Imagen invernal de la cumbre del Zalama. Teniendo en cuenta su altitud, su posición topográfica sobresaliente y la ausencia de relieves significativos hacia el norte, donde se ubica el Mar Cantábrico. Es probable que se trate de un lugar con precipitaciones muy elevadas, quizá semejantes a las registradas en la estación de Alto Trueba: aunque hacia el oeste el Zalama tiene picos más elevados (Castro Valnera), la apertura y proximidad (30 Km) al Cantábrico pueden ser decisivos. En todo caso, se trata de un lugar que concentra habitualmente las nieblas.

Sobre los datos climáticos analizados se han observado varias cuestiones a priori no fáciles de explicar. En Valmaseda, los valores medios se han obtenido agregando a los antiguos datos (Instituto Nacional de Meteorología, 2000), los más modernos de la Agencia Vasca de Meteorología. Teniendo en cuenta las coordenadas facilitadas por ambos organismos, la estación se cambió de ubicación, desde el noreste al suroeste de la villa, lo que llevó aparejado un descenso de altitud de 142 metros. Sin embargo, los primeros datos arrojan una media anual de temperaturas de 14,3ºC, y los últimos de 12,7ºC. La orientación a solana de la ubicación original, en contraste con la otra, que está en el fondo del valle, podría explicar esta variación; aunque también una modernización de los equipos de medición.

La otra cuestión que no parece responder a una lógica evidente es el bajo valor de las precipitaciones que arroja la estación del pantano de Ordunte. Se encuentra ubicada a 5,5 Km de la nueva estación de Valmaseda, con la casa forestal de Nava de Ordunte en medio, y las tres compartiendo posición respecto a los principales relieves, lo que en principio llevaría a pensar en que sus registros deberían ser similares. O quizá algo más de pluviometría en el pantano de Ordunte, por su ligera mayor altitud y su posición más metida en la montaña; pero no es así (Tabla 2.2).

Tabla 2.2. Precipitaciones medias mensuales en tres estaciones ubicadas a cotas bajas en Mena. En cada columna figura la precipitación media del mes correspondiente, así como el total anual. En la última columna se ha consignado el número de años de cada serie.

mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	año	nº
Valmaseda (178 m)	158,6	128,7	125,5	124,5	85,5	53,9	37,9	49,7	60,3	96,2	172,4	149,3	1.242,5	34
Pantano de Ordunte (300 m)	129,2	109,0	111,7	109,4	81,5	48,9	34,0	45,1	47,3	83,1	158,2	133,4	1.090,9	34
Nava de Ordunte (230 m)	150,5	135,4	149,3	131,8	98,7	66,6	43,4	44,1	59,5	104,0	187,0	164,0	1.334,2	28

Dado que el objetivo de este apartado es analizar las repercusiones del clima sobre la vegetación, más que los valores concretos de las variables importan algunas relaciones entre ellas. En concreto, la integración de la información de temperatura y de precipitación, es un indicador de una variable ecológica de la máxima relevancia: la aridez.

Para determinar el periodo seco a partir de los datos climáticos de un lugar, un criterio habitual es aplicar el denominado índice de aridez de Gaussen. Consiste en efectuar una representación gráfica de las temperaturas y precipitaciones medias mensuales, construyendo un climodiagrama

(ver una ingente colección de ellos, para todo el planeta, en Walter y Lieth, 1960). Cada 10 mm de precipitación equivalen, en su representación en ordenadas, con 5ºC; salvo por encima de 100 mm, pues a partir de esa cifra se cambia la escala pluviométrica, haciéndola diez veces menos detallada. Una vez elaborado el climodiagrama, se considera periodo seco aquel en el que la línea que representa las temperaturas se ubica por encima de la de precipitaciones. El área comprendida entre las dos curvas durante el periodo seco es una medida de la intensidad de la sequía. Con esta base se han efectuado algunos de los mejores trabajos en fitoclimatología (Allué, 1990; Walter, 1994).

Habida cuenta de la diferencia altitudinal existente en Mena, el clima debe variar en consecuencia. En principio, lo lógico es pensar que las mayores diferencias climáticas se deben dar entre las cotas más extremas: en la más elevada, más frío y precipitaciones más abundantes. Aunque casi con seguridad los puntos climáticos más diferentes no coinciden exactamente con los extremos en altitud, lo expuesto sirve como una razonable aproximación (Figura 2.1.11).

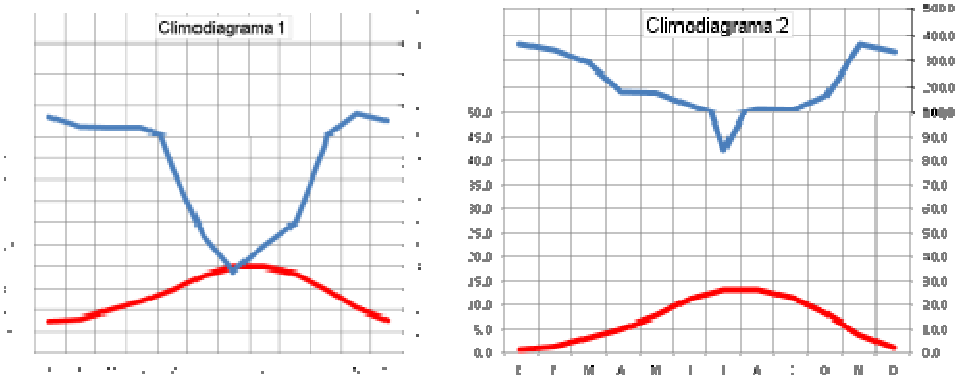


Figura 2.1.11. Climodiagramas representativos de los lugares con los climas más dispares del Valle de Mena: el número 1 pretende compendiar el clima a la salida del río Cadagua hacia el País Vasco y el número 2 el de la cumbre del Zalama. Ambos se han construido partiendo de las temperaturas registradas en Valmaseda. Su estación meteorológica está ubicada en la actualidad prácticamente en la cota más baja de Mena, y a escasos metros de su límite municipal, cerca de la localidad menesa de Bortedo. Para el de la izquierda se han tomado directamente los datos de esta estación, tanto termométricos como pluviométricos. Para el número 2, correspondiente a las cotas más elevadas, se han tomado las precipitaciones de la estación de Alto Trueba y se ha aplicado a las temperaturas de Valmaseda un gradiente de disminución de 0,6ºC cada 100 m de ascenso. Se trata de un gradiente ligeramente inferior al más universal de 0,65ºC/100m, que puede ser adecuado para un lugar húmedo como Mena: la diferencia de temperatura con la altitud se amortigua con la liberación de temperatura asociada a la condensación de la humedad; no se ha reducido más el gradiente para reflejar el hecho de que las cimas de los montes Ordunte, y del Zalama en particular, se acostumbran a ver en verano cubiertas de nubes a mediodía y por la tarde, mientras las zonas bajas permanecen despejadas, lo que sin duda incide en una bajada de las temperaturas máximas en esas cumbres.

Independientemente de lo acertado de las traslaciones de datos, de las regresiones lineales efectuadas para corregir la temperatura y de la precisión de los registros meteorológicos, lo cierto es que en las zonas bajas de Mena existe sequía en el sentido de Gaussen, pero esta es de escasa duración y cuantía. En cuanto se asciende un poco esta sequía desaparece. Esto es más relevante de cara a la influencia del clima en la vegetación que las precisas cifras de precipitación o temperatura. Datos que son difíciles de estimar con exactitud en zonas de relieve quebrado en las que se carezca de observaciones directas. Algo que se demuestra cuando se dispone de nuevos datos de estaciones de montaña: en ocasiones, estos contradicen de forma inmisericorde los calculados con los imprecisos modelos existentes. Las abultadas precipitaciones de la estación de Alto Trueba, por ejemplo, son mucho mayores que las estimadas en el atlas climático digital de la Península Ibérica (Ninyerola *et al.*, 2005). Esto no es de extrañar, ya que los modelos generalistas no pueden estimar correctamente las variaciones locales; algo que sirve tanto en climatología como en ecología.

La mayor parte del Valle de Mena en la clasificación fitoclimática de Allué (1990) se encuentra incluido dentro de la categoría VI(V), que se corresponde con bosques nemorolauroides oceánicos de planicaducifolia obligadas, típicos (por oposición a los de tendencia mediterránea). Solo las áreas más elevadas se englobarían dentro del fitoclima VI, que es el propio de bosques nemorales

típicos, y cuyo rasgo diferenciador con el VI(V) estriba en unas temperaturas invernales más frías que excluyen en el fitoclima VI la tendencia lauroide.

En su conjunto, el clima del Valle de Mena favorece el desarrollo de bosques húmedos atlánticos. La presencia abundante de vegetación mediterránea no se justifica por los registros meteorológicos, que son mucho más propios de bosques planicaducifolios. Con posterioridad se volverá sobre esta aparente paradoja, buscando explicarla.

La cercanía al Mar Cantábrico influye no solo en la cuantía de las precipitaciones, sino también en otras de sus características. De particular importancia para la vegetación resulta el hecho de que las nevadas, muy abundantes para las altitudes relativamente modestas de las montañas que rodean el Valle de Mena, sean además muy húmedas. Esto hace que la nieve se adhiera con facilidad a cualquier superficie, por mínima que sea, y que vaya conformando una capa que en ocasiones, cuando las condiciones son las adecuadas, adquiere gran espesor. Aquí reside, al menos en parte, la explicación del mal desarrollo de la vegetación arbórea en las partes más altas de los montes de Ordunte y en la divisoria atlántico-mediterránea que se desarrolla al oeste de los mismos. La nieve húmeda pegada explica, por sí sola, el pésimo desarrollo de *Pinus sylvestris* en las zonas cantábricas relativamente altas, pero a unas altitudes donde la especie no tiene ningún problema para desarrollarse en otras cordilleras ibéricas. Además de la nieve que se adhiere con facilidad, a los daños en los árboles colaboran los intensos vientos invernales y la abrasión por partículas de hielo que estos portan. Es un hecho constatado a lo largo de todo el planeta que las cordilleras bajas, a una misma altitud, sufren más el efecto del viento que las altas, puesto que, en estas, las elevadas cimas protegen los terrenos ubicados más abajo; este y otros factores hacen que en general, cuanto más baja es una cordillera más bajo es el límite del arbolado (Arno, 1984), en especial en terrenos tan abiertos a las influencias marinas como los que nos ocupan (figuras 2.1.12 a 2.1.14).

Por la posición topográfica, el Valle de Mena, como en realidad toda la vertiente cantábrica, es muy sensible a la dirección desde la que sopla el viento: siempre que este tenga una cierta componente norte el ambiente es húmedo y fresco, frío en invierno y en ocasiones con abundantes precipitaciones. Es decir, tanto el viento del noroeste, como el del norte y el noreste, aportan humedad, lluvia y nieve. Si el viento tiene alguna componente sur, la situación se invierte: poca lluvia, incluso con borrascas en las que llueve en casi toda la Península Ibérica, baja humedad relativa, y temperaturas elevadas para la estación del año de que se trate (Figura 2.1.15). Casi siempre los incendios son avivados por vientos del sur. Los vientos del oeste, normalmente asociados a borrascas atlánticas, suelen traer lluvias y temperaturas moderadas. Los del este se asocian más comúnmente a situaciones anticiclónicas, y en Mena aportan humedad aunque escasas precipitaciones.

Figura 2.1.12. Foto 45348. Entre los pastizales se aprecian pinos silvestres residuales, remanentes de repoblaciones que fueron reiteradamente quemadas. Se observa cómo el porte de estos pinos es muy retorcido, y cómo los pies alcanzan escasa talla. Desde luego, los incendios y el hecho de crecer a baja densidad influyen en el defectuoso porte. Pero el patrón de que se observa en toda la zona es que los pinos siempre crecen mal en las partes altas de estos montes, muy por debajo de cotas donde se desarrollan perfectamente en otros montes ibéricos e incluso en muchos de Europa occidental ubicados notablemente más al norte (Ladera sur del Zalama, Valle de Mena).

Figura 2.1.13. Foto 43786. En las zonas más elevadas de la Cordillera Cantábrica en su parte más oriental, lo que incluye la divisoria de los montes de Ordunte, la nieve húmeda se acumula en gran cantidad sobre cualquier objeto. En este caso se trata de cables y postes metálicos de un cerramiento en el límite entre Burgos y Cantabria. Se han colocado cables de acero porque los alambres que se emplean habitualmente no pueden resistir tan tremendo peso. Cualquier árbol en esta ubicación estaría sometido a un sobrepeso tan grande que difícilmente lo podrían soportar sus ramas (límite entre los términos de Soba y de la Merindad de Montija, en las proximidades del alto del Zalama).

Figura 2.1.14. Foto 43772. Se observa cómo las coníferas (pinos silvestres) soportan una gran cantidad de nieve en su copa, mientras que sobre las frondosas (aquí hayas y abedules, también robles en zonas próximas) apenas hay nieve.

El motivo fundamental estriba en la caducifolia de las frondosas: la nieve se adhiere con más facilidad a las especies de hoja persistente, a las que causa muchos más daños. La imagen explica perfectamente el porqué del mal porte de los pinos en las proximidades del límite superior del bosque, a una altitud moderada: 1.200 metros (zona del Puerto de los Tornos, Cantabria).

Figura 2.1.15. Foto 52582. Día de temporal de suroeste, con algunas precipitaciones en la vertiente sur (Valle de Losa), y con el Valle de Mena y en general la vertiente cantábrica despejados. La panorámica está tomada desde lo alto de los montes de la Peña. La conjunción de lluvias al sur y sol al norte forma el arco iris (Cilieza, Valle de Mena).

2.1.5. Escenarios climáticos futuros

Por su configuración topográfica y ubicación muy próxima al Mar Cantábrico (menos de 20 Km en el punto más cercano), el Valle de Mena está abierto a las influencias marítimas. La previsión más fiable respecto a cómo va a variar el clima en las próximas décadas es de un aumento global de las temperaturas y gran heterogeneidad en la tendencia de las precipitaciones. Aunque las predicciones regionales apuntan a un descenso generalizado de las precipitaciones en la Península Ibérica, en las zonas más abiertas al Mar Cantábrico parece que esta hipótesis es menos probable: el previsible aumento de la temperatura de las aguas costeras se puede traducir en mayores precipitaciones, que en la zona se producen con abundancia siempre que la componente norte participa en los vientos, incluso en situaciones anticiclónicas. La prueba de la relevancia de la temperatura del mar la encontramos en la misma costa cantábrica: en verano el agua del mar está varios grados más elevada en la costa guipuzcoana que en la gallega, lo que es parte de la explicación del aumento de precipitaciones estivales hacia el este siguiendo la cornisa cantábrica. Con el anticiclón de las Azores en su posición típica son habituales las precipitaciones en el valle, y teniendo en cuenta esta facilidad para la llegada de humedad en un tipo de tiempo tan común, las probabilidades de aumento de la aridez son más reducidas que en posiciones más a resguardo de la influencia marina. Por otra parte, es posible que ese efecto marino tan intenso amortigüe en parte la subida de temperaturas. No obstante, la barrera que suponen los montes de Ordunte matiza lo expuesto.

En cualquier caso, la incertidumbre sobre el futuro climático es enorme. El hombre ha exacerbado un rasgo que siempre ha estado presente en la historia ecológica del planeta. En las décadas recientes se observa una tendencia generalizada al aumento de las temperaturas. Sin embargo, en cuanto a precipitaciones, existen datos dispares. Analizando la serie de 28 años de registros de la casa forestal de Nava de Ordunte, observa una tendencia al aumento de las precipitaciones medias anuales, sustentada en su incremento invernal; mientras que en primavera y verano la tendencia es la contraria, pero no lo suficiente como para compensar el incremento de

precipitaciones en la estación más fría. En otoño no se aprecia una tendencia clara (

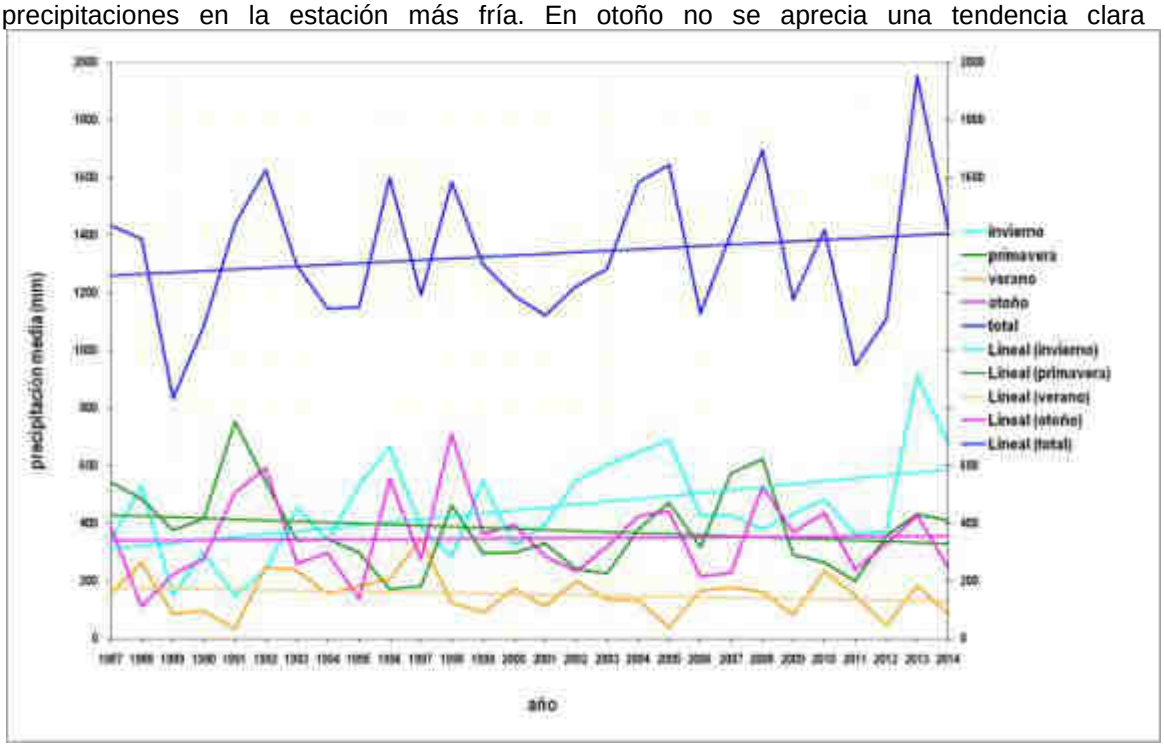


Figura 2.1.16). El aumento de precipitaciones en las épocas frías y disminución en las cálidas parece haberse constatado en muchos otros lugares de Europa occidental. Pero tampoco se trata de dinámicas necesariamente muy consistentes: un año o una estación especialmente secos, o sobre todo si son extraordinariamente lluviosos, hacen variar las tendencias de décadas.

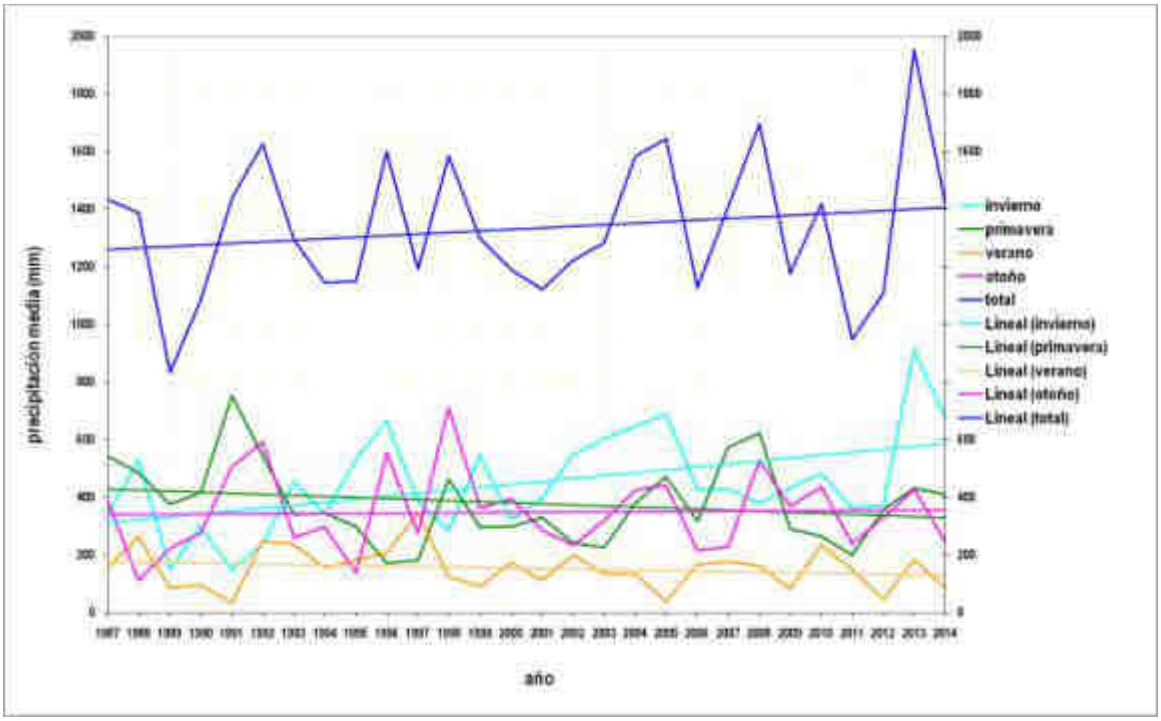


Figura 2.1.16. Serie de 28 años de precipitaciones en Nava de Ordunte. Se ha incluido el total anual y se ha desglosado por estaciones, de acuerdo al criterio habitual: verano, sumando las de junio, julio y agosto; otoño con septiembre, octubre y noviembre; y así las dos restantes. Se ha marcado la tendencia lineal de variación temporal de las precipitaciones anuales y mensuales.

No obstante lo expuesto, los cambios derivados del fin del sistema agrario tradicional son tan intensos en el Valle de Mena, y tan concretos y no especulativos, como para prescindir en el estudio de las dinámicas vegetales del efecto del cambio climático, aunque se asuma que este ha existido y vaya a continuar.

Si bien el cambio climático no se ha considerado como factor causal de los cambios en la vegetación experimentados en el último siglo en el Valle de Mena, las decisiones selvícolas no pueden ignorar el contexto de incertidumbre climática actual. Los diferentes sistemas selvícolas tienen ventajas e inconvenientes en relación con la inestabilidad climática prevista (Brang *et al.*, 2014). En los últimos tiempos mucho se ha escrito sobre los efectos del cambio climático, y del cambio global que lo incluye, sobre los ecosistemas (Hansen *et al.*, 2001; Fernández-Cancio *et al.*, 2012; Sánchez-Salguero *et al.*, 2012; y muchos más), sobre diversos aspectos del sector forestal (Irland *et al.*, 2001) y sobre las medidas que se deberían implantar para paliar las repercusiones (ver, por ejemplo: Keskitalo, 2011; Blennow, 2012; Vericat *et al.*, 2012; Zhou, 2015). Los textos sobre estas materias han sido de calidad muy variable, en parte debido a que la temática ha estado muy de moda; como lo estuvo en los años 80 del siglo XX la lluvia ácida y como en general está siempre cualquier sujeto de estudio en el que se puede trasladar a la opinión pública una impresión catastrofista. A la hora de valorar la prolífica literatura al respecto, ya hace más de una década Harrington *et al.* (2001) criticaban que se favorecía la publicación de los estudios que presentaran escenarios catastróficos, porque los que no lo hacían recibían menos atención.

2.2. CONTEXTO SOCIOECONÓMICO

De la importancia que tenía desde muy antiguo la interacción del hombre y el monte en Mena dan cuenta las ordenanzas existentes, que datan al menos del siglo XV (Porras, 1997): en el año 1514 las de la Junta de Ordunte confirman unas antiguas ordenanzas de montes, que no han llegado hasta nuestros días. La regulación de los aprovechamientos durante el sistema agrario tradicional era en Mena, como en general en toda Europa occidental, exhaustiva. Lo que en sí mismo es prueba, no solo de la importancia de los recursos forestales, sino del intenso aprovechamiento de los mismos y de su relativa escasez ya desde hace más de medio milenio.

2.2.1. Evolución demográfica

El Valle de Mena estuvo poblado desde tiempos prehistóricos, como atestiguan los restos prehistóricos datados hace unos 6.000 años. Como en cualquier lugar de la Península Ibérica, es de suponer que el antiguo poblamiento, con homínidos desde hace más de un millón de años (cuyos restos precisamente se han encontrado en la provincia de Burgos: Carbonell *et al.*, 2008), tuvo importantes repercusiones en los montes. No obstante, este estudio se centra en las transformaciones ocurridas tras el fin del sistema agrario tradicional, por lo que no será necesario remontarse tanto tiempo: un siglo sería suficiente.

El número total de habitantes es un primer indicador para la toma de contacto con la realidad socioeconómica de un área. Para analizar las variaciones de la población menesa se han utilizado los datos del Instituto Nacional de Estadística, que publica los censos de población desde el año 1842. Aunque no sería imprescindible para este estudio retrotraerse hasta esa fecha, dada la facilidad para conseguir esos datos, el análisis se va a efectuar desde ese año. En la interpretación de los datos es necesario reseñar que, entre el censo de 1857 y el anterior, crece el término del municipio menés porque incorpora al Valle de Tudela, en el extremo oriental de lo que ahora abarca el Valle de Mena. De forma semejante, en el Ayuntamiento del Valle de Losa, entre los años 1981 y 1991 se observa un aumento de población que es discordante por la tónica general de las Merindades. La explicación es que dicho ayuntamiento surgió en 1981 de la fusión de los de Junta de Río de Losa y Junta de San Martín de Losa; la población de Valle de Losa proviene hasta ese año de la suma de esos dos ayuntamientos fusionados, pero tras la creación del nuevo, incorporó ese mismo año y en los siguientes además algunos pueblos de la Junta de Villalba de Losa y de la antigua Junta de Oteo: los datos están distorsionados en el sentido de que, más que un aumento poblacional, se produjo una reconfiguración de términos municipales (figuras 2.2.1 y 2.2.2).

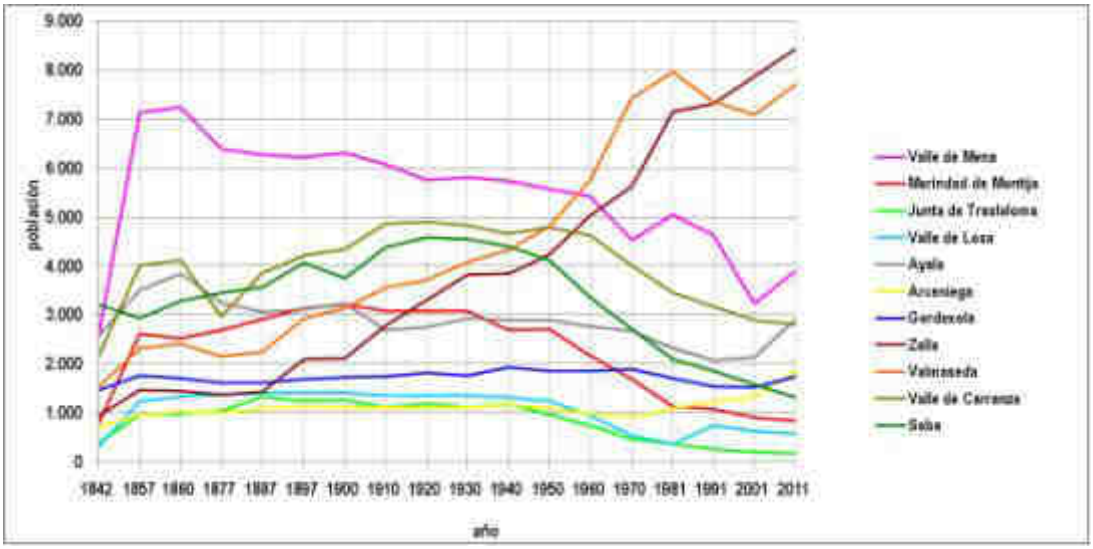


Figura 2.2.1. Evolución demográfica en el Valle de Mena y en todos los municipios limítrofes, entre 1842 y 2011. Se han tomado los datos de la población de derecho, porque en los dos últimos censos es la única que consta; para los años en los que no existe ese dato (1857 y 1860) se ha recurrido a la población de hecho. Se observa cómo durante un largo periodo, aproximadamente hasta 1957, Mena era el municipio más poblado del entorno; ahora es ampliamente superado por dos municipios vizcaínos (Valmaseda y Zalla). Fuente: Instituto Nacional de Estadística. Elaboración propia.

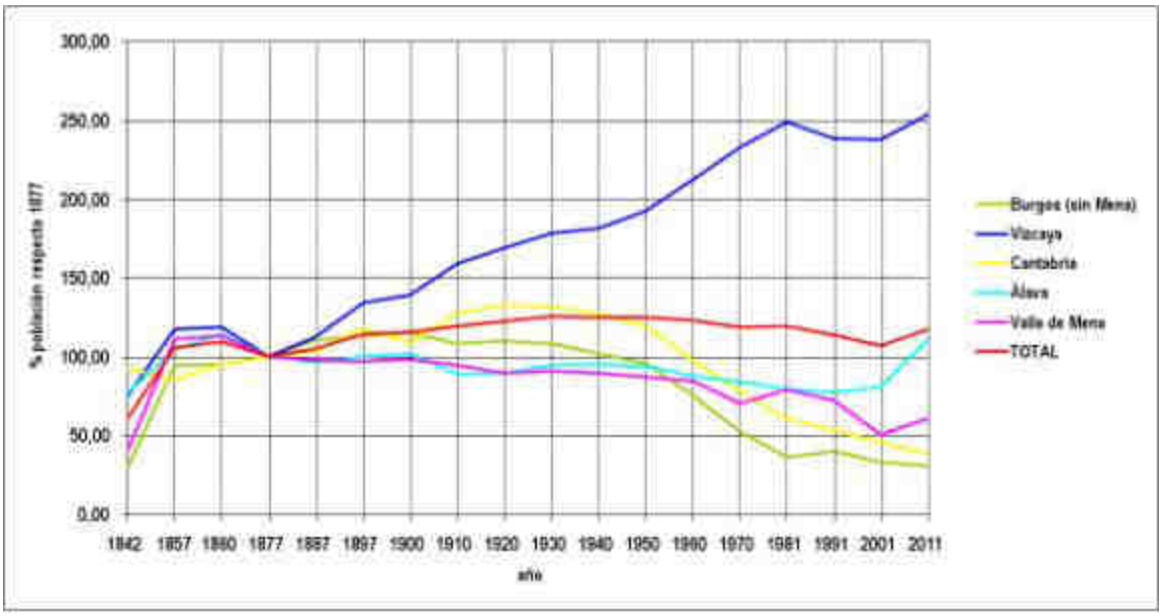


Figura 2.2.2. Evolución de la población del Valle de Mena y los municipios colindantes, agrupados por provincias (excepto Mena, que se refleja aparte). Se ha establecido la proporción con la población de cada uno de ellos en el año 1877, que se ha fijado en el valor 100. Se ha incluido también la evolución del total de la población del conjunto de municipios representados. Se ha tomado como referencia el año 1877 para que las comparaciones sean más fructíferas, evitando saltos bruscos provocados por factores no que no derivan directamente de la realidad demográfica: por una parte, así se utiliza la población de derecho, sin distorsión estadística; por otra, se compara con un momento en que ya estaba integrado en Mena el Valle de Tudela. Se observa cómo los municipios vizcaínos se destacan por su espectacular aumento poblacional, mientras los burgaleses, y más todavía el cántabro de Soba, por su declive. Los alaveses han registrado una evolución que hasta 1960 era semejante a los de Burgos y Cantabria, pero a partir de ese año registran un comportamiento más favorable. Se constata cómo, en las décadas recientes, la demografía menesa evoluciona más positivamente que sus municipios burgaleses colindantes.

Teniendo en cuenta los datos demográficos aportados por Ortega (1974), es probable que entre mediados del siglo XIX y principios del XX se alcanzara en las Merindades burgalesas un máximo poblacional sin precedentes, al menos en cinco siglos. Siempre es necesario analizar con cautela los datos cuando proceden de momentos temporales lejanos; pero, en todo caso, a los efectos de esta tesis, simplemente conviene reseñar que se partió, en los comienzos del siglo XX, de una población relativamente elevada, habida cuenta de sus precedentes históricos.

Con la salvedad de las variaciones territoriales de los términos municipales, es decir, por un factor administrativo y no demográfico, la evolución de la población en el noreste de Burgos es claramente a la baja durante el último siglo. En este sentido, el Valle de Mena sigue la tendencia general de los pueblos burgaleses, pero con un despoblamiento menos acusado y, además, con un repunte de su población en el último censo (2011); que hace concebir esperanzas de que la sangría demográfica se vaya revirtiendo, al menos en parte. En este sentido, la proximidad a un núcleo urbano pujante como es Bilbao y su entorno, las rápidas comunicaciones con Vizcaya, el clima suave del valle y en general su ambiente agradable llevan a pensar que, a largo plazo, Mena no sufra la despoblación tan grave que es típica de las comarcas rurales de Burgos, y de todo Castilla y León. La tendencia en el número de habitantes en los colindantes municipios vizcaínos y alaveses, en contraste con los burgaleses y con el cántabro Soba, es al mantenimiento de la población, con un crecimiento en el último censo. Es posible que Mena se haya “enganchado” a la dinámica poblacional vasca merced a la mejora de las comunicaciones, que permiten ir de Villasana de Mena a Bilbao en media hora.

Además de las cifras absolutas de población, desde el punto de vista demográfico es muy importante analizar su reparto por sexos y clases de edad. A tal efecto se construyen las denominadas pirámides poblacionales (Figura 2.2.3). En realidad, en Mena y en todas las Merindades, este gráfico que muestra la composición por edades y sexos no tiene forma de pirámide: debido a la emigración de los adultos más jóvenes y a la baja natalidad, las clases de edad menores están infrarrepresentadas. En cuanto a la distribución de sexos, es bastante equilibrada en su conjunto (51,4% de hombres frente al 48,6% de mujeres), pero no en todas las edades: en las intermedias existe un predominio de los hombres, no compensado por la mayor

abundancia de mujeres en las edades más avanzadas; solo entre los más jóvenes se da una semejanza en el número de efectivos de cada sexo.

En el Valle de Mena, y en realidad en todas las comarcas interiores del norte de España, el fin del "sistema agrario tradicional" ha ocasionado una serie de consecuencias que, en los aspectos más decisivos en relación a los montes, podríamos resumir en que la despoblación y la terciarización de la vida rural se han traducido en una bajada de la presión sobre los montes, lo que se ha traducido en las más variadas repercusiones ecológicas, que se analizan en este trabajo.

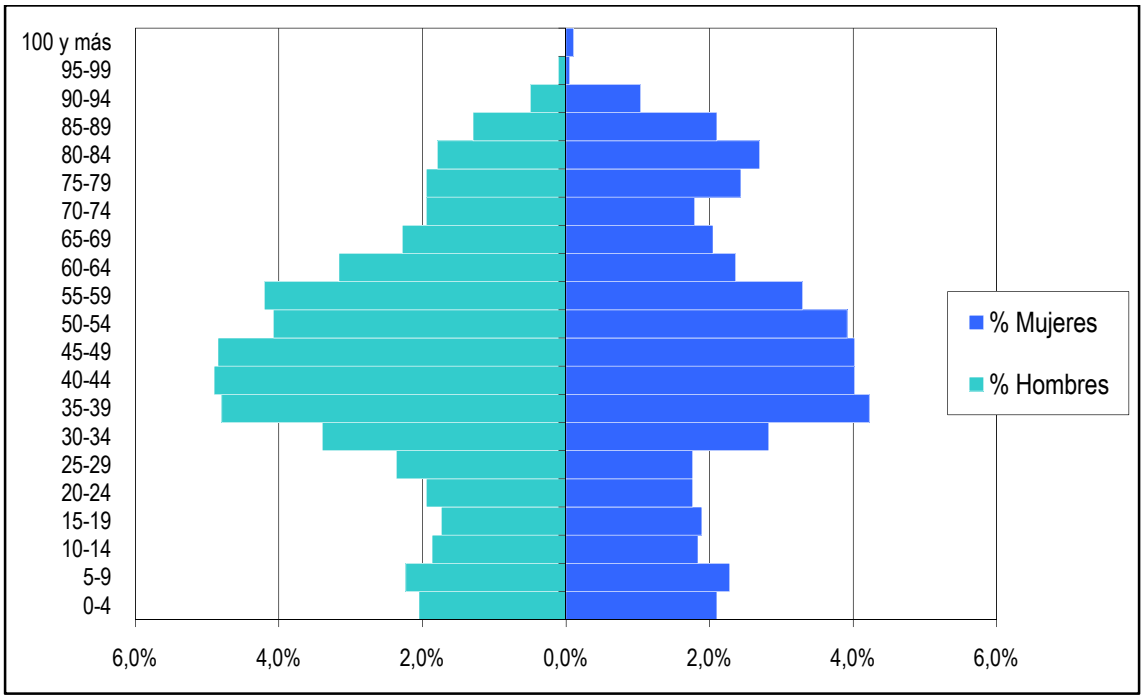


Figura 2.2.3. Pirámide poblacional del Valle de Mena en el año 2014. Cada barra muestra el porcentaje de cada clase de edad, repartida por sexo, respecto al conjunto de la población.

2.2.2. Los mercados de los productos forestales

Para desarrollar la gestión forestal de forma sostenible es imprescindible que exista un mercado para sus productos, lo que permite acometer muchas de las acciones necesarias a través de aprovechamientos, que proporcionan recursos económicos a los propietarios de los montes.

Cada producto forestal está sometido a sus propias dinámicas, por lo que en purismo no puede hablarse de un mercado de los productos forestales, sino de muchos mercados que son relativamente independientes. Las materias primas que producen los montes a veces siguen unas tendencias semejantes, pero no siempre: es habitual que en los mercados internacionales sus precios corran suertes paralelas, pero existen muchas excepciones. Entre otras cosas dependen del mercado de los productos transformados por la industria, y cada producto elaborado puede tener su propia evolución, al margen de que las crisis o recuperaciones globales marquen las tendencias económicas generales.

Además de las materias primas, hay otro grupo de recursos forestales que tienen su venta directamente en el sector terciario, aunque habitualmente no suponen un ingreso para el propietario del monte: su uso social es una riqueza indudable, al menos para el que la disfruta, en ocasiones para los establecimientos comerciales de la zona y raras veces para el dueño del terreno.

Incluso hay recursos forestales con destinos dispares: la caza es sobre todo una actividad de ocio, pero también una importante fuente de carne, que es una materia prima de excelente calidad. Algo muy semejante ocurre con las setas.

El mercado de la madera es global, con importantes flujos internacionales. En los últimos cuatro años se ha revolucionado en el norte de España, con ascenso del precio de la madera de trituración y descenso de la de sierra. Ha emergido el mercado de la leña, que se paga más que la conífera de trituración. Estas variaciones son consecuencia del elevado precio de otras fuentes de energía, que han convertido en rentables cortas que antes no lo eran, por afectar a pies de escaso diámetro o mal conformados. Los altos precios del petróleo han producido un incremento de la

demanda de madera y en general biocombustibles en todo el planeta. Sin embargo, el descenso del precio de la madera de sierra es un fenómeno español, ligado a la crisis del país, con especial incidencia del acusado declive del sector de la construcción.

En el último año el precio del petróleo en los mercados internacionales se ha desplomado a aproximadamente la mitad, lo que se ha traducido en un frenazo en la expansión del consumo de biomasa forestal con fines energéticos. Pero, al menos por el momento, el mercado de la leña continúa a niveles semejantes a los de los tres años previos, que como se ha dicho supusieron un gran incremento respecto a los precedentes; en realidad, el petróleo no ha bajado a los precios que se mantuvieron desde mediados de los años 80 hasta finales de los 90 (menos de 25 dólares el barril), que condujeron al casi completo abandono del uso de la leña. El futuro de los precios energéticos es enormemente impredecible, mucho más volátil que la dinámica forestal, que también lo es, pero solo hay una cosa segura: a largo plazo, las energías fósiles tienden a agotarse y por lo tanto a presionar al alza los precios, ya que la oferta es inelástica; pero ello es compatible con que, merced a avances tecnológicos o cambios geopolíticos, se den bruscas bajadas como la experimentada recientemente. Los comportamientos caóticos de los mercados, por mucho que hayan sido más estudiados que los de los montes, generan una enorme incertidumbre, y los economistas han sido incapaces de efectuar predicciones mínimamente ajustadas; y así parece que continuará en el futuro, lo que en definitiva repercute en la imposibilidad de prever las dinámicas forestales a medio y largo plazo.

Si se dedicase a ello todo el crecimiento de los bosques españoles, sería posible satisfacer las necesidades energéticas de todos los hogares españoles. Según los datos procedentes del Inventario Forestal Nacional (MAGRAMA, 2013) los bosques españoles presentan un crecimiento anual de más de 46 millones de m^3. Las necesidades de calefacción de los hogares españoles ascienden a unos 288.000 terajulios (IDAE, 2011), de los que unos 93.000 TJ corresponden a gasoil, casi 130.000 TJ a derivados del petróleo en general y algo similar a gas natural. Una cifra media puede ser que 1 m^3 de madera proporciona 8 gigajulios de calor en un hogar, lo que supone que con el 78% del incremento anual de madera en los bosques españoles se podrían cubrir todas las necesidades de calefacción de los hogares españoles. El objetivo no es, lógicamente, que la biomasa forestal acapare todo el consumo de calefacción en los usos residenciales, pero las cifras mostradas indican la relevancia que podría tener el sector forestal en la economía nacional, y eso solo contando con uno de sus recursos y uno de sus posibles destinos.

En la actualidad, si no fuese por los productos energéticos que necesariamente importamos, se solucionaría uno de los más graves y crónicos problemas de la economía española: el déficit comercial. Es necesario mitigar en lo posible la enorme debilidad que supone la dependencia energética. Por primera vez en décadas la madera vuelve a ser un recurso de cierta relevancia, lo que es importante en la crisis económica actual, que es más estructural que coyuntural y que tiene mucho que ver con el uso de los recursos naturales y, sobre todo, con la globalización de los mercados.

Las cifras expuestas anteriormente han servido para mostrar el carácter estratégico de la producción forestal en la economía española, pero es importante remarcar que el destino energético, y en general aquellos que exigen la desintegración de la madera, son los que menor valor añadido generan; y por tanto el valor económico y la trascendencia social es mayor con otros destinos, especialmente con los usos más exigentes en calidad, como son las barricas o la chapa. Los beneficios para el propietario y para la sociedad en general aumentan exponencialmente con la calidad de la madera. Aunque nadie puede predecir el futuro del sector maderero, un hecho sí es evidente: la madera de calidad sirve para usos menos exigentes, pero la inversa no es cierta. Además, como se verá más adelante, la búsqueda de la calidad precisa de cortas suaves y frecuentes, que son también las ideales para la producción en cantidad, ya que con este tipo de intervenciones no se resiente el crecimiento. En consecuencia, el objetivo de producir madera de la máxima calidad se convierte en un objetivo general en los bosques, al menos en zonas tan productivas como es el Valle de Mena.

Recientemente se ha recuperado el mercado de madera de sierra de roble de calidad mediocre, que se paga en el norte de Burgos en torno a 65 euros/m^3 en cargadero, más o menos como en Francia y el resto de Europa. Cuando existe madera de muy alta calidad, el coste del transporte influye menos y, siempre que se alcance un tamaño de lote mínimo, no faltan compradores; para este tipo de madera los precios son internacionales, pero hay muy poca en España que cumpla estos requisitos. En este sentido, es muy demandada, a nivel global y por supuesto también local, la madera de calidad de roble, para usos enológicos entre otras alternativas. Y es previsible que esta demanda sea sostenida en el tiempo, por las múltiples aplicaciones de este producto, la

relativamente reducida superficie de robledales (en España, en Europa y en todo el planeta) y los largos plazos necesarios para obtener el recurso, que dificultan la entrada de nuevos productores. Teniendo en cuenta lo expuesto, y los reconocidos valores de conservación de los robledales, debería ser un objetivo prioritario de la gestión forestal asegurar su perpetuación y, en lo posible, su expansión.

Otro producto que es muy relevante en la gestión forestal es el de la carne de ganaderías extensivas. No es un producto exclusivamente forestal, pero los pastos en los montes son la principal fuente alimenticia para este tipo de ganado. Desgraciadamente, y salvo contadas excepciones, el consumidor español todavía no valora suficientemente la diferencia de calidad entre la carne producida en los montes y en granjas intensivas, y en muchas ocasiones no está dispuesto a pagar el sobrecoste que en buena lógica debe ir asociado a una mayor calidad del producto. No obstante, el elevado precio de los piensos ha llevado a muchos ganaderos a orientar sus forrajes hacia productos poco elaborados y, en el periodo en que están disponibles, a que sea el propio ganado el que los obtenga directamente del monte. De esta forma ahorran costes y pueden competir mejor. La carne producida en el monte es previsible que tenga un futuro prometedor, en un mundo en el que la información fluye y para el consumidor es fácil comprobar las ventajas de este producto, tanto para la salud como para el paladar. Los montes meneses, con un clima relativamente suave y húmedo todo el año, son muy adecuados para el desarrollo de una ganadería extensiva de calidad que aproveche un recurso como es el pasto espontáneo, hoy día escasamente utilizado, lo que explica en parte la veloz dinámica expansiva del bosque hace décadas, y hace años del ciervo.

La miel ha experimentado un gran auge en los últimos años. Toda la miel que se produce encuentra comprador, que en su mayor parte es internacional. Debido a esto han proliferado los asentamientos de colmenas en los montes españoles y el precio que se paga por ellos ha aumentado mucho, hasta duplicarse.

Respecto a las setas, el auge se ha producido en las últimas décadas, en las que se ha popularizado mucho el conocimiento de una gran variedad de setas: antes solo se aprovechaban unas pocas especies. Es un mercado muy cambiante de año a año, en función de la meteorología de la zona en cuestión y de otras, próximas y más lejanas: si el año es bueno en un área y malo con carácter general, están asegurados altos precios.

El mercado cinegético se rige por parámetros muy diferentes a los de otros productos forestales. Al fin y al cabo, se basa en una actividad de ocio a la que solo se destinan recursos si están atendidas otras necesidades más perentorias. No obstante, la caza mueve pasiones y es algo que influye, y mucho, en su mercado. En los últimos tiempos, y derivado de la crisis económica, el precio que se paga por el arrendamiento de un coto de caza ha bajado ostensiblemente en los últimos años, del orden de la mitad en la provincia de Burgos.

2.3. ATRIBUTOS VITALES DE ESPECIES E INDIVIDUOS

2.3.1. Talla de las plantas

La talla de las plantas es un atributo de la máxima relevancia ecológica. Hoy día, gracias a la tecnología lidar es sumamente sencillo asignar, de forma espacialmente explícita, un valor preciso a la talla de la vegetación que cubre el terreno (Figura 2.3.1). Para la evaluación dinámica sería importante contar, además, con el crecimiento en altura y con la talla máxima que cada planta alcanzaría en cada lugar si lograse culminar su desarrollo.

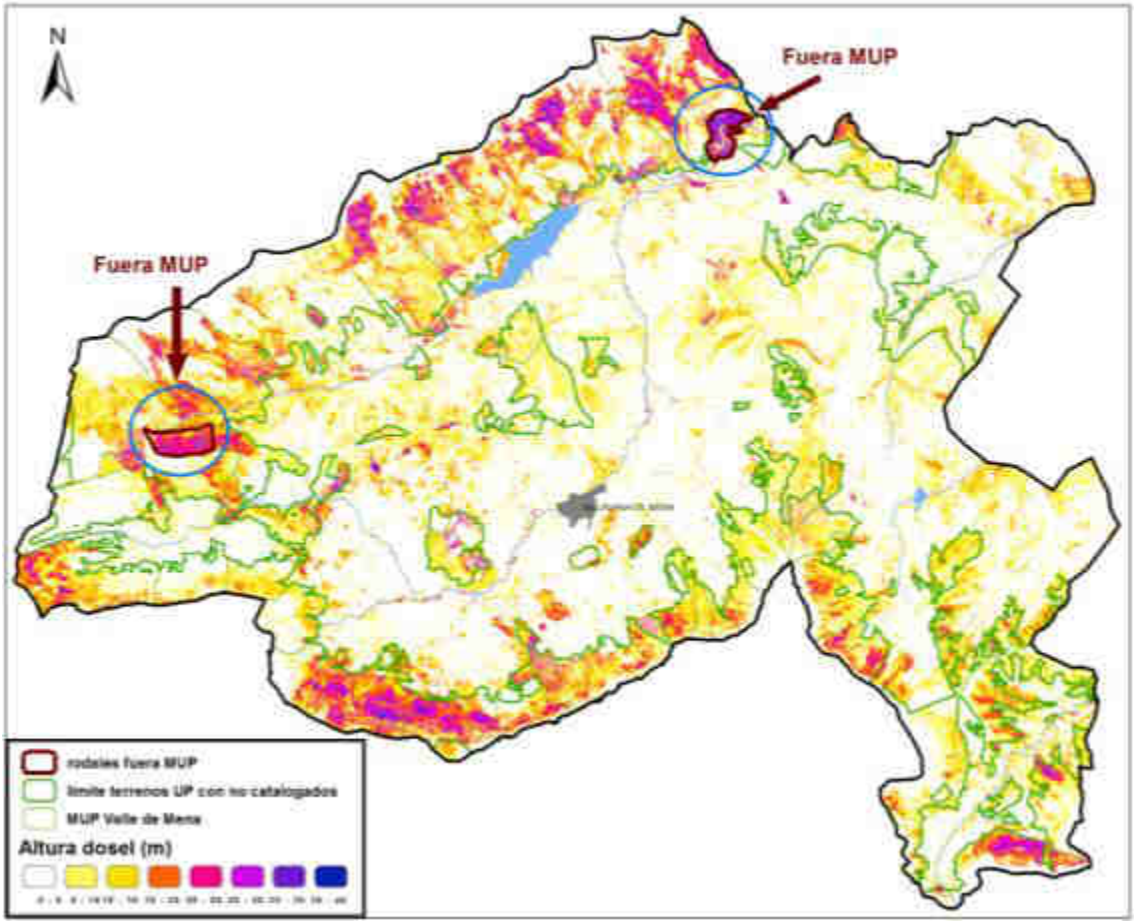


Figura 2.3.1. Mapa de tallas de la vegetación en el Valle de Mena, generado a partir de información lidar. Si no se expresa lo contrario, los datos se corresponden con el percentil 95 de la altura de los puntos lidar, tomando como referencia para fijar (por diferencia) la talla de las plantas el modelo topográfico construido con esos mismos datos: es la altura de vegetación que deja por debajo el 95% de los retornos interpretados en los modelos como suelo o vegetación (los modelos discriminan edificios y otras construcciones humanas). En principio, los datos son muy precisos: 20 cm en altura. En zonas muy pendientes, el error puede ser puntualmente mucho mayor; pero incluso en zonas escarpadas, si existe coherencia en los datos a nivel rodal, no deberían darse problemas. Se observa cómo los árboles más altos, los que superan los 20 m de altura, se concentran en la periferia montañosa, dentro de montes catalogados de utilidad pública, con dos excepciones: en el norte, al pie de los montes catalogados de Ordunte, dos rodales de propiedad particular poblados uno con *Pinus radiata* y otro con *Eucaliptus nitens*, que en la actualidad ya se han cortado (el vuelo lidar es del año 2010); en el oeste, el monte Sarón de Villasana, consorciado con la administración forestal y cuya catalogación se ha solicitado. Aunque son poco frecuentes, hay en Mena bosquetes que superan los 35 m de altura, tanto en frondosas (robles y hayas) como en coníferas (*Pinus radiata*), con pies que puntualmente alcanzan los 40 m. Respecto al resto de Burgos y de Castilla y León, el Valle de Mena presenta unas tallas en los árboles que son netamente superiores, lo que deriva fundamentalmente de su clima especialmente benigno. Clima que, por una parte, permite el desarrollo de especies capaces de alcanzar grandes tallas, como *Pinus radiata*, que encuentran más dificultades en el resto de las Merindades; y por otra, posibilita una mayor talla máxima y un crecimiento en altura más rápido (lo que es relevante en el estado de recuperación actual): la talla actual de los árboles está muy relacionada con el tiempo que hace que un rodal es bosque.

El crecimiento en altura es en principio muy fácil de estimar por comparación de vuelos lidar en distintos años, aunque como se explicará posteriormente este análisis no está exento de

problemas. En el Valle de Mena solo existe de momento un vuelo lidar para toda su extensión, aunque existen zonas de solape de dos y de tres vuelos en las áreas más próximas al País Vasco. En todo caso, en este trabajo no se va a profundizar en el estudio de crecimientos, porque no es imprescindible para el cumplimiento de sus objetivos y, sobre todo, porque se espera disponer en pocos años de ese dato para todo el norte de Burgos, mediante el referido procedimiento de comparar información lidar de dos años distintos.

A partir de datos lidar y de los recopilados en el campo se han establecido las tallas máximas que en la actualidad han alcanzado en Mena ejemplares de especies arbóreas (Tabla 2.3).

Tabla 2.3. Talla máxima observada en las distintas especies arbóreas en el Valle de Mena

especie	**talla (m)**	**especie**	**talla (m)**
Acer campestre	25	*Prunus lusitanica*	5
Acer pseudoplatanus	20	*Pseudotsuga menziesii*	25
Alnus glutinosa	25	*Quercus faginea*	18
Arbutus unedo	6	*Quercus ilex*	18
Betula alba	20	*Quercus petraea*	37
Castanea sativa	26	*Quercus pyrenaica*	20
Corylus avellana	6	*Quercus robur*	33
Fagus sylvatica	37	*Quercus rubra*	25
Fraxinus excelsior	30	*Quercus suber*	6
Ilex aquifolium	8	*Sorbus aria*	13
Laurus nobilis	8	*Sorbus aucuparia*	12
Pinus radiata	40	*Sorbus torminalis*	9
Pinus nigra	30	*Taxus baccata*	8
Pinus sylvestris	25	*Tilia platyphyllos*	20
Populus nigra	30	*Ulmus glabra*	14
Populus tremula	25	*Ulmus minor*	12
Prunus avium	18		

En realidad, el atributo ecológico más relevante no es tanto la talla máxima observada en un ámbito geográfico dado (en este caso el Valle de Mena), sino la que se podría alcanzar en cada estación concreta si no actuasen agentes renovadores. Ambas tallas son muy diferentes hoy en día, por varios motivos:

- Porque no existen pies de suficiente edad, lo que es muy frecuente con las especies plantadas; salvo con *Pinus radiata*, del que sí hay ejemplos de rodales que han llegado a la fase de culminación
- También ocurre que, aunque existan viejos pies de la especie, con el porte achaparrado que caracteriza los árboles que ya no crecen en altura, estos se desarrollaron durante el sistema agrario tradicional, en unas condiciones sumamente distintas a las actuales (por ejemplo en cuanto a densidad de pies) y habiendo sido objeto de múltiples traumatismos derivados del intenso uso existente (por ejemplo, a través de reiteradas podas).
- El cambio en las décadas recientes ha sido tan radical, que el medio geoclimático tampoco se puede considerar constante. Y no solo por el cambio climático, sino también por la mejora edáfica derivada de la bajada de presión sobre los montes.

Como consecuencia de estos factores, la talla máxima que previsiblemente podrían alcanzar las distintas especies arbóreas en el Valle de Mena difiere en gran medida de los valores de alturas observadas. Estimar los máximos potenciales no es tarea fácil, pero se puede usar la morfología de los árboles con tallas elevadas: mientras que los pies coronados ya apenas crecerán más, cuanto más apuntados sean más potencial de crecimiento futuro. La talla máxima que teóricamente puede alcanzar un árbol debe tener en cuenta el tamaño y edad actuales, así como variables como la profundidad aparente del suelo, su fertilidad evaluada a través de la vegetación y el sustrato, y los datos climáticos. También es de utilidad recoger datos de otros lugares de medio geoclimático semejante y con arbolado más viejo. En el caso que nos ocupar, se ha recurrido sobre todo del País Vasco.

En la siguiente tabla se exponen algunos de los valores citados en la bibliografía, corregidos en función de las observaciones de campo, tanto en el Valle de Mena como en otros lugares próximos. En el análisis bibliográfico realizado se ha encontrado que, con carácter general, lo reseñado son las tallas habituales de las especies (ver, por ejemplo Rameau *et al.*, 1989 y 1993), si bien en algunos textos se dan cifras sobre las alturas máximas (Ruiz de la Torre, 1979 y 2006).

Tabla 2.4. Talla máxima en metros que previsiblemente podrían alcanzar las distintas especies arbóreas en el Valle de Mena

especie o grupo de especies	**talla máxima**
Pseudotsuga menziesii	75
Pinus nigra	50
haya y robles	45
Pinus radiata	40
fresno, castaño, tilo, chopo, pino silvestre	35
arces, alisos	30
rebollos, quejigos, encinas, *Sorbus*	25

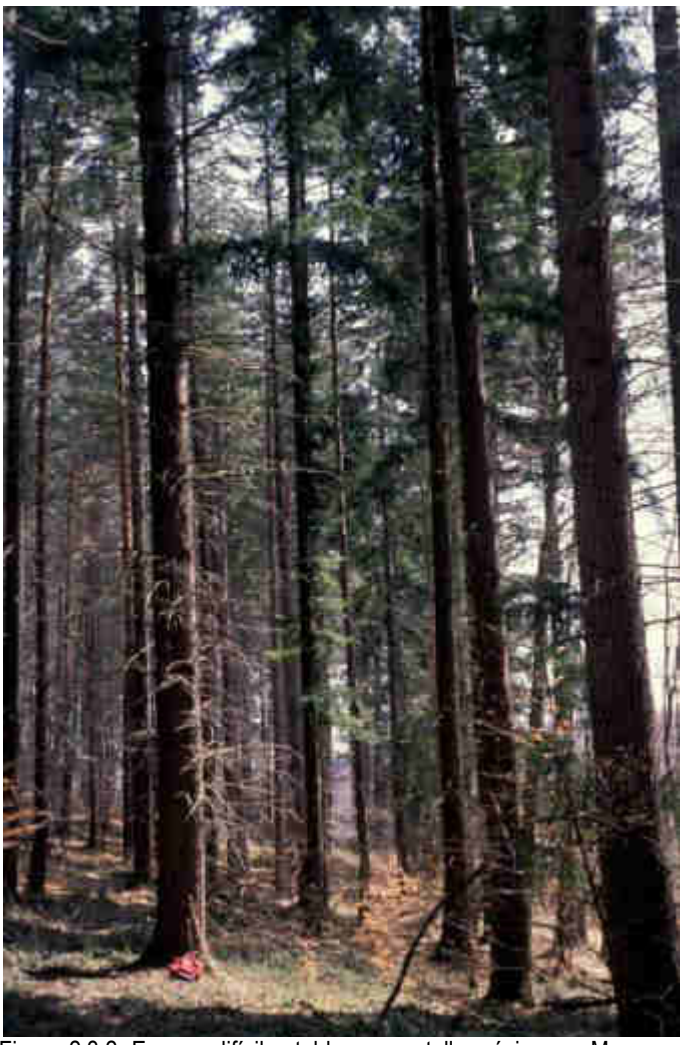


Figura 2.3.2. Es muy difícil establecer una talla máxima en Mena para *Pseudotsuga menziesii*, que en su tierra nativa puede superar los 100 m. Será necesario que transcurra más de un siglo para que cesen su crecimiento en altura los pies plantados en Mena. En varios países europeos hay citas de pies de esta especie que pasan con creces de los 60 m. Cuando se tomó esta imagen, hace más de 20 años, ya había árboles en el rodal que superaban los 40 m; ahora en el País Vasco algunos sobrepasan los 50 m. Con estos antecedentes, la cifra de 75 m fijada como máxima para *Pseudotsuga* es altamente especulativa. Teniendo en cuenta los referentes europeos parece casi seguro que podría superar los 60 m, pero es difícil establecer un tope: en Mena hay localizaciones abrigadas comparables a las mejores norteamericanas (Loza, Álava).

Lógicamente, los valores expuestos habría que ponerlos en relación con la calidad de estación de cada lugar concreto. Las hipotéticas tallas máximas solo se alcanzarían en las mejores estaciones, que serían las de mayor profundidad y fertilidad de suelo no ubicadas en las zonas de cumbre. En el Valle de Mena no sería en principio necesaria su ubicación en vaguada, ya que las precipitaciones a lo largo de todos los años de los que hay registro son suficientes para completar la capacidad de almacenamiento de agua por muy profundo que sea el suelo.

2.3.2. Clasificación de las plantas en clases de tolerancia

Por su trascendencia para comprender la dinámica forestal, se ha efectuado una clasificación en clases de tolerancia adecuadas a lo que se observa en el Valle de Mena. Se trata de una adaptación de la que figura en Sevilla (2008), completada a partir de información recogida sobre el terreno. Para efectuar esta mejora de la clasificación que ha servido de base, se ha discriminado la información más relevante para determinar la tolerancia relativa, como es la que se deriva de aquellas situaciones en que una especie se encuentra creciendo activamente bajo cubierta de otra. Este análisis se ha efectuado en el territorio menés y en otros más o menos próximos con los que comparte condiciones geoclimáticas y en general ecológicas (figuras 2.3.3 a 2.3.8).

La clasificación por especies arbóreas según su tolerancia es la siguiente:

- Muy intolerantes: *Betula* spp., *Eucalyptus* spp., *Larix europaea*, *Populus* spp., *Salix* spp.
- Intolerantes: *Alnus glutinosa*, *Juniperus* spp., *Pinus* spp., *Platanus* spp., *Populus tremula*, *Robinia pseudoacacia*
- Intolerantes-intermedias: *Castanea sativa*, *Quercus faginea*, *Quercus pubescens*, *Quercus pyrenaica*, *Quercus robur*, *Quercus suber*, *Sambucus* spp.
- Intermedias-intolerantes: *Arbutus unedo*, *Ficus carica*, *Fraxinus angustifolia*, *Juglans regia*, *Prunus avium*, *Prunus mahaleb*, *Pyrus cordata*, *Quercus ilex*, *Quercus petraea*
- Intermedias o semitolerantes: *Acer monspessulanum*, *Fraxinus excelsior*, *Fraxinus ornus*, *Malus sylvestris*, *Pseudotsuga menziesii*, *Sorbus aucuparia*, *Sorbus domestica*
- Intermedias-tolerantes: *Acer campestre*, *Crataegus monogyna*, *Quercus rubra*, *Sorbus aria*, *Sorbus latifolia*, *Sorbus torminalis*, *Ulmus minor*
- Tolerantes-intermedias: *Acer platanoides*, *Acer pseudoplatanus*, *Corylus avellana*, *Laurus nobilis*, *Phillyrea latifolia*, *Picea abies*, *Prunus lusitanica*, *Tilia* spp., *Ulmus glabra*
- Tolerantes: *Fagus sylvatica*, *Ilex aquifolium*
- Muy tolerantes: *Chamaecyparis lawsoniana*, *Taxus baccata*

Los resultados de lo observado en el Valle de Mena y en territorios próximos han sido plenamente coincidentes con lo expuesto por Sevilla (2008), aunque con algunos matices: aunque figuren en la misma clase, *Quercus robur* parece ser más tolerante que *Q. pyrenaica*; de idéntica forma, existen indicios de que en Mena *Quercus petraea* es más tolerante que *Q. ilex*.

La explicación de que pueden existir peculiaridades locales en cuanto a las clases de tolerancia estriba fundamentalmente en que cuando una especie se desarrolla en las mejores condiciones, tiende a ser más tolerante. También pueden ser relevantes las diferencias genéticas, que siempre existen e influyen: las poblaciones de cada especie en un ámbito geográfico determinado no son idénticas desde el punto de vista genético a las de otro espacio cualquiera, lo cual es lógico dado que los individuos nunca lo son.

En lo que respecta a las plantas leñosas de talla no arbórea, se van a considerar solamente dos clases extremas, que agruparían a los siguientes géneros:

- Intolerantes: *Calluna*, *Cistus*, *Cytisus*, *Erica*, *Halimium*, *Rosmarinus*, *Thymus*, *Ulex*
- Tolerantes: *Rhododendron*, *Ruscus*, *Viburnum*

En una posición intermedia estarían las siguientes especies arbustivas, que se denominan semitolerantes: *Amelanchier ovalis, Euonymus europeus, Rhamnus alaternus, Ligustrum vulgare, Cornus sanguinea, Frangula alnus*.

Es importante remarcar que tanto la clasificación en géneros como en especies, como cualquier otra de base taxonómica, es una generalización, y a veces existen diferencias a nivel individual que adquieren relevancia ecológica. Este es el caso de individuos de especies intolerantes que sobreviven bajo densa sombra (Figura 2.3.9). Y, en sentido contrario, pies de táxones tolerantes que no soportan la concurrencia.

Además de posibles causas genéticas para este comportamiento diferencial entre individuos, existe otra que también es muy generalizable y que ya se ha expuesto a nivel de especie: cuando un ejemplar de una planta vive en una estación muy adecuada para su desarrollo, soporta mejor la concurrencia que cuando lo hace en condiciones mucho más limitantes.

Figura 2.3.3. Foto 52554. En primer término hay varios *Quercus robur* creciendo bajo dosel cerrado de *Quercus pyrenaica*. También se ven acebos y brotes de rebollo, así como zarzas. El patrón es general: bajo el rebollar tiende a haber más proporción de robles regenerados. Aunque las dos especies muestran una tolerancia semejante en relación a terceras especies, al menos en medios geoclimáticos húmedos los robles parecen ser ligeramente más tolerantes cuando ambas especies interactúan (Izki, Álava).

Figura 2.3.4. Foto 48264. Una de las dificultades para clasificar en la escala relativa de tolerancias a algunas especies sobreviene cuando estas son escasas en los bosques. En la imagen se aprecia un olmo (*Ulmus minor*), ya brotado, que es capaz de crecer bajo la copa de los quejigos, que todavía no han desarrollado sus hojas. A pesar de la grafiosis, los olmos (*U. minor* y *U. glabra*) siguen formando parte de la dinámica de los bosques meneses, aunque en una escasa cuantía (Irús, Valle de Mena).

Figura 2.3.5. Foto 31816. Una manera de solventar la falta de ciertas situaciones dinámicas en los bosques meneses es analizar lo que sucede en otros territorios con características ecológicas semejantes. Los laureles están presentes en Mena, pero en mucha mayor proporción en las provincias que tienen costa cantábrica, donde es mucho más fácil

encontrarlos en diversas situaciones dinámicas y de convivencia con otras especies. Bajo el denso encinar, donde existe una elevada concurrencia y la sombra se mantiene todo el año, un laurel desarrolla su follaje bajo el dosel, donde las encinas solo tienen troncos porque sus hojas no son eficientes en estas condiciones de baja iluminación (Aulesti, Vizcaya).

Figura 2.3.6. Foto 43588. La tolerancia es un atributo que en principio no guarda relación con el carácter autóctono o exótico. Por eso en la clasificación se incluyen ambos tipos de especies, que pueden asignarse a cualquier clase de tolerancia. *Chamaecyparis lawsoniana*, que es muy tolerante, se desarrolla sin dificultad bajo el dosel de los grandes e intolerantes *Pinus radiata* (Valle de Carranza, Vizcaya).

Figura 2.3.7. Foto 43591. La tolerancia relativa es esencial para predecir la dinámica forestal y, lógicamente, las especies exóticas se relacionan con las autóctonas en función de la clase de tolerancia a la que pertenecen. *Chamaecyparis lawsoniana* creciendo bajo rebollo. Aunque no destacan por no tener hojas, también hay muchas hayas bajo el rebollar. Los dos árboles tolerantes deberán competir por el espacio vegetativo que los rebollos no pueden aprovechar bajo su propio dosel (Valle de Carranza, Vizcaya).

Figura 2.3.8. Foto 51606. El loro (*Prunus lusitanica*) es relativamente tolerante, pero alcanza una talla escasa, al menos en los bosques meneses. Aquí los loros se han desarrollado como subpiso bajo una cierta variedad de especies arbóreas (*Quercus petraea*, *Q. robur*, *Q. pyrenaica*, *Fagus sylvatica*, *Sorbus aria*, *S. aucuparia*, *Salix atrocinerea*). Los loros comparten posición espacial y ecológica con los acebos, pero estos pueden superarlos en talla y son ligeramente más tolerantes. En el mismo estrato hay también madroños, pero su papel dinámico es muy diferente, ya que son menos tolerantes y tienden a desaparecer bajo el dosel. La muerte de algunos de los árboles que formaban el dosel superior ayuda a la pervivencia de los loros, en especial si se trata de hayas, que los superan en talla y tolerancia. En la imagen se ve, a la izquierda, un haya anillada cuyo tronco se ha partido tres años después de efectuarse el tratamiento selvícola; a la derecha destaca un gran roble (*Q. petraea*), muerto por la afección de *Armillaria mellea*. En este caso se han conjugado factores espontáneos y dirigidos por el hombre en la misma dirección, para favorecer a una especie escasa, tolerante y de talla mediana (Partearroyo, Valle de Mena).

Figura 2.3.9. Foto 22517. Pino silvestre que es capaz de sobrevivir a pesar de la elevada concurrencia. Sus entrenudos son extraordinariamente cortos. Se trata de un pinar con abundante regeneración anticipada de *Sorbus aucuparia*, *S. aria* y *Corylus avellana* (Gistaín, Huesca).

2.3.3. Efectos del medio geoclimático menés en la distribución de las plantas

Las plantas no se distribuyen de forma azarosa en el medio geoclimático, sino que este influye, de forma decisiva, en su ubicación. Este es un hecho conocido desde antiguo y que es objeto clave de los estudios ecológicos. Los atributos vitales de las plantas, con frecuencia de tipo fisiológico, determinan su capacidad para vivir en un ambiente concreto. Por supuesto, el medio geoclimático no actúa de forma separada al resto de los factores, y es su conjunto lo que resulta determinante. A continuación se van a exponer las plantas leñosas que con su distribución parecen mostrar cierta preferencia por algunas características geoclimáticas. La clasificación se ha realizado para el Valle de Mena, y no es completamente exportable a otros territorios. No obstante, a pesar del rango geográfico de aplicación, que es relativamente reducido, se trata de tendencias generales que están sujetas, como casi siempre en ecología, a excepciones.

Leñosas que se distribuyen preferentemente en terrenos silíceos

Betula alba

Calluna vulgaris

Castanea sativa

Daboecia cantabrica

Erica arborea

Erica cinerea

Erica lusitanica

Erica tetralix

Frangula alnus

Quercus pyrenaica

Quercus rubra

Quercus suber

Sorbus aucuparia

Ulex europaeus

Ulex gallii

Vaccinium myrtillus

Leñosas que se distribuyen preferentemente sobre terrenos calizos

Acer campestre

Acer monspessulanum

Acer pseudoplatanus

Erica vagans

Fraxinus excelsior

Genista hispanica

Genista scorpius

Juniperus communis

Ligustrum vulgare

Populus tremula

Prunus avium

Prunus spinosa

Quercus coccifera

Quercus faginea

Quercus pubescens

Rhamnus alpina

Rosa spp.

Sambucus nigra

Sorbus aria
Taxus baccata
Tilia platyphyllos
Ulmus spp.
Viburnum lantana

Leñosas que se distribuyen tanto en terrenos silíceos como calizos
Corylus avellana
Crataegus monogyna
Fagus sylvatica
Hedera helix
Ilex aquifolium
Malus sylvestris
Pinus nigra
Pinus radiata
Pinus sylvestris
Pyrus cordata
Quercus ilex
Quercus petraea
Quercus robur
Rhamnus alaternus
Rubus spp.
Salix atrocinerea
Smilax aspera
Sorbus torminalis

Leñosas que se distribuyen en las ubicaciones más cálidas
Arbutus unedo
Erica lusitanica
Laurus nobilis
Phillyrea latifolia
Prunus lusitanica
Ruscus aculeatus
Smilax aspera
Viburnum tinus

Leñosas que se distribuyen en las ubicaciones más húmedas
Alnus glutinosa
Erica tetralix
Populus nigra
Salix alba
Salix caprea

Leñosas que se distribuyen en las ubicaciones más secas
Quercus coccifera
Quercus ilex

2.4. UN MODELO DINÁMICO ADAPTADO AL VALLE DE MENA

En el apartado 1.3 se ha efectuado una definición de las formas de análisis que se estiman más adecuadas para interpretar los ecosistemas conforme al modelo teórico aquí propuesto. En este apartado se van a fijar y explicar con precisión los criterios que se han utilizado tanto para delimitar teselas de vegetación como tipos de masa, para los montes meneses.

La forma de trabajar en el Valle de Mena ha sido diferente a la que se hubiese adoptado en un lugar peor conocido, en el que habrían sido necesarias más visitas de campo y donde el planteamiento general hubiese partido de otras bases. Así, por ejemplo, en este estudio se ha podido trabajar directamente en gabinete, delimitando unidades de vegetación a partir de imágenes aéreas, sin efectuar una toma de contacto en el campo.

2.4.1. Metodología en la descripción de la vegetación

Se van a efectuar una serie de precisiones sobre la metodología general propuesta en el capítulo 1. Se va a detallar la forma concreta en que en este trabajo se han delimitado y caracterizado las teselas de vegetación en el Valle de Mena. Aquí se abordarán algunas cuestiones comunes, y posteriormente se desarrollarán otros aspectos.

En la información de teselas de vegetación figuran las especies que se relacionan en la Tabla 2.5, precedidas de la abreviatura que se ha empleada en Arc-Map.

Tabla 2.5. Especies de árboles y arbustos presentes en el Valle de Mena y códigos que se han utilizado en la cartografía de la vegetación.

Ac	*Acer campestre*	Pr	*Pinus radiata*
Ap	*Acer pseudoplatanus*	Ps	*Pinus sylvestris*
Ao	*Amelanchier ovalis*	Pon	*Populus nigra*
Au	*Arbutus unedo*	Pt	*Populus tremula*
Ba	*Betula alba*	Pm	*Pseudotsuga menziesii*
Bp	*Betula pendula*	Qc	*Quercus coccifera*
Chl	*Chamaecyparis lawsoniana*	Qf	*Quercus faginea*
Ca	*Corylus avellana*	Qi	*Quercus ilex*
Cm	*Crataegus monogyna*	Qpt	*Quercus petraea*
Csp	*Cupressus* sp.	Qpy	*Quercus pyrenaica*
En	*Eucalyptus nitens*	Qr	*Quercus robur*
Fs	*Fagus sylvatica*	Qru	*Quercus rubra*
Fa	*Frangula alnus*	Qs	*Quercus suber*
Fe	*Fraxinus excelsior*	Ra	*Rhamnus alpina*
Ia	*Ilex aquifolium*	Rp	*Robinia pseudoacacia*
Jn	*Juglans nigra*	Sat	*Salix atrocinerea*
Jr	*Juglans regia*	Ssp	*Salix* sp.
Jc	*Juniperus communis*	Ss	*Sequoia sempervirens*
Ms	*Malus sylvestris*	Sar	*Sorbus aria*
Phl	*Phillyrea latifolia*	Sau	*Sorbus aucuparia*
Pab	*Picea abies*	St	*Sorbus torminalis*
Pa	*Prunus avium*	Tb	*Taxus baccata*
Plu	*Prunus lusitanica*	Tp	*Tilia platyphyllos*
Pn	*Pinus nigra*	Ug	*Ulmus glabra*
Ppi	*Pinus pinaster*	Um	*Ulmus minor*
Ppn	*Pinus pinea*	Vt	*Viburnun tinus*

Los porcentajes de fracción de cabida cubierta ocupada por cada especie se reflejan siempre como múltiplos de 5. La cubierta estimada se ha redondeado con una ligera tendencia al alza, para no perder información de los táxones arbóreos menos representados: en cuanto se superaba el 2% de fracción de cabida cubierta se consignaba un 5%.

Cada una de las cinco especies más representadas figura con su cubierta, salvo que no alcance un mínimo que permita redondearla al 5%, en cuyo caso se incluye en el apartado de "Otras especies"; la suma de las fracciones de cabida cubierta de esas especies secundarias, en caso de que supere el mínimo descrito, se refleja en la correspondiente casilla y, si no se alcanza, figura 0 (cero). En el subpiso se distinguen dos posibles especies principales, cada una con su fracción de cabida cubierta; el resto de las especies, o cuando no es posible discriminar la cubierta de cada una, se ubican en otra casilla, con su correspondiente fracción de cabida cubierta.

Solo se indica la fracción de cabida cubierta de las especies arbóreas, con una excepción: el madroño, que por su abundancia en Mena y su talla arbustiva, intermedia entre matas y árboles, ha sido objeto de un tratamiento diferente al resto de las especies no arbóreas, pues se ha determinado su fracción de cabida cubierta en todas las teselas en que su presencia era significativa.

Respecto a las clases de tamaño, apenas se han efectuado particularizaciones en relación al modelo general descrito en el apartado 1.3.2.2. No se ha considerado la clase diseminado por su carácter efímero y por la dificultad de identificarla en las ortofotografías; en el medio Menés, si no median eventos renovadores, durante el primer año de vida es muy habitual que los jóvenes árboles superen con creces los 25 cm, que es la talla máxima establecida para los diseminados. Por otra parte, reseñar que, dado que en el Valle de Mena los subpisos de especies arbóreas no están muy extendidos, son relativamente jóvenes y, además, son excepcionales los pluriestratificados, no se ha considerado necesario reseñar sus clases de tamaño (figuras 2.4.1 y 2.4.2). El tipo de subpiso más relevante a efectos de gestión, entre los existentes en Mena, es el de frondosas bajo pinares de suficiente edad de *P. radiata* y, en menor medida, de otras especies de pinos (ver, por ejemplo, la figura 1.2.17).

Por último, mencionar que no se indica la clase de tamaño del madroño: a estos efectos se trata como una especie no arbórea.

Figura 2.4.1. Foto 48981. Ejemplo de subpiso compuesto por regeneración anticipada de frondosas caducifolias (haya, roble, serbal de cazadores, fresno, abedul) bajo repoblación de pino silvestre en la que se han efectuado dos claras (y está marcada ya la tercera). Con un subpiso joven y denso como este es muy difícil que se desarrollen otros subpisos bajo él. Con carácter general, este tipo de estructuras biestratificadas es el máximo que se alcanza en la Península Ibérica, aunque sobre todo en los Pirineos hay excepciones, con mayor complejidad. Los subpisos pluriestratificacos son muy poco frecuentes en Europa occidental (Las Machorras, Burgos).

Figura 2.4.2. Foto 32685. Es mucho más probable alcanzar complejas estructuras pluriestratificadas cuando el bosque lleva mucho tiempo sin interferencias decisivas del hombre, en lugares con un medio geoclimático adecuado (con precipitaciones suficientes y no muy extremo en viento o temperaturas muy bajas todo el año) y con especies capaces de alcanzar grandes tallas. Las diferentes clases de tamaño en el arbolado del subpiso pueden corresponder con varias generaciones de regeneración anticipada, varias clases de tolerancia o de velocidad de crecimiento en altura. En este rodal dominado por espectaculares secuoyas (*Sequoiadendron giganteum*) que superan los 80 metros de altura, existen diferentes generaciones de abetos que van conformando subpisos a varias alturas (Sequoia National Park, Estados Unidos).

2.4.2. Tipos de masa

En el proceso de reducir información para resaltar la que se considera esencial, se han adoptado una serie de decisiones que permiten clasificar las teselas en diferentes tipos de masa, establecidos en función de las especies o formaciones dominantes. En este apartado se expondrán de forma detallada los criterios con los que, a partir de las teselas, se han formado los tipos.

En primer lugar, para construir los tipos de masa no se han considerado todas las especies arbóreas enumeradas en las teselas, sino que se ha efectuado una cierta agrupación. Los robles (*Quercus petraea* y *Q. robur*) se han unificado, de forma que, a todos los efectos tipológicos, se han considerado como si fuesen una sola especie (roble). Todas las frondosas que no sean robles, hayas, rebollos, quejigos o encinas se han denominado bajo el epígrafe “otras frondosas”; los pinos que no sean *P. radiata* o *P. sylvestris* se han nombrado como “otros pinos”, y el resto de las coníferas como “otras coníferas”. Estas agrupaciones se han efectuado solo a efectos de la denominación tipológica, pero para establecer tipos se ha mantenido su individualidad. Es decir, solo en el caso de los robles la unificación ha sido total. Para ilustrar esta idea con un ejemplo, un rodal compuesto al 50% de *Quercus petraea* y *Q. robur* se ha considerado un robledal puro, mientras que si los árboles que estuviesen representados al 50% fueran dos especies encuadradas en “otras frondosas”, no se consideraría que el rodal sería puro sino mixto (de dos especies).

Los criterios para agrupar algunas especies han sido de afinidad botánica y ecológica, y también de representación superficial: no se han considerado de forma independiente para definir masas los árboles poco representados en Mena. Respecto a los robles, y a pesar de que su papel dinámico no es idéntico (*Q. robur* es más colonizador), ni tampoco sus preferencias geoclimáticas o su resistencia frente a cambios climáticos, por ejemplo, el hecho es que ni en la gestión actual ni en la prevista se realiza diferencia alguna entre las dos especies; y por tanto se ha juzgado adecuado, en aras una mayor simplicidad, tratarlos de forma conjunta.

Tal y como se ha expuesto previamente, solo cuando se supera la fracción de cabida cubierta del 20% de especies arbóreas se incluye a un monte en la categoría de bosque. Se ha considerado

un bosque puro de una especie arbórea cuando el porcentaje de su cubierta respecto al total de los árboles es mayor de 3/4 (Tabla 2.6).

Tabla 2.6. Tipos de bosques puros considerados.

Bosques puros
encinar
hayedo
quejigar
rebollar
robledal
otras frondosas
pinar radiata
pinar silvestre
otros pinares
otras coníferas

En caso de que no se cumpla el criterio para ser considerada una masa como pura, existen dos opciones: si la segunda especie en fracción de cabida cubierta supera el 50% de la misma una vez descontada la especie principal, el bosque se denomina en función de las dos especies dominantes; si la segunda especie más representada no supera ese porcentaje, el bosque se incluye en una de las 4 categorías que se han establecido para el resto de las masas mixtas.

En los tipos de masa que se nombran en función de dos especies el orden en que se citan viene dado por la fracción de cabida cubierta de cada una: se enumera primero la más representada. En caso de empate, se cita primero la de mayor talla potencial, siguiendo el criterio expuesto en la tabla 2.7.

Tabla 2.7. Ordenación de las especies arbóreas, o clases de ellas, en función de la talla máxima que pueden teóricamente alcanzar en el Valle de Mena. Las de mayor talla teórica se han listado más arriba.

Ordenación por tallas
otras coníferas
pinar radiata
robledal
hayedo
otros pinares
pinar silvestre
otras frondosas
rebollar
quejigar
encinar

Las masas denominadas en función de las dos especies dominantes han resultado ser numerosas (Tabla 2.8).

Tabla 2.8. Tipos de bosque dominados por dos especies que han resultado del proceso de clasificación de teselas.

Bosques dominados por dos especies	
encinar-quejigar	pinar silvestre-pinar radiata
encinar-robledal	pinar silvestre-quejigar
hayedo-quejigar	pinar silvestre-rebollar
hayedo-rebollar	quejigar-encinar
hayedo-robledal	quejigar-hayedo
hayedo-otros pinares	quejigar-otras frondosas
otras frondosas-otras frondosas	quejigar-pinar radiata
otras frondosas-pinar radiata	quejigar-pinar silvestre
otras frondosas-quejigar	quejigar-rebollar
otros pinares-hayedo	quejigar-robledal
otros pinares-pinar silvestre	rebollar-encinar
otros pinares-quejigar	rebollar-hayedo
otros pinares-rebollar	rebollar-otras frondosas
pinar radiata-encinar	rebollar-pinar radiata
pinar radiata-hayedo	rebollar-quejigar
pinar radiata-otras coníferas	rebollar-robledal
pinar radiata-otras frondosas	robledal-encinar
pinar radiata-pinar silvestre	robledal-hayedo
pinar radiata-quejigar	robledal-otras frondosas
pinar radiata-rebollar	robledal-pinar radiata
pinar silvestre-hayedo	robledal-quejigar
pinar silvestre-otras coníferas	robledal-rebollar
pinar silvestre-otros pinares	

El resto de las masas, con al menos 3 especies arbóreas representadas en el dosel superior, y no encuadradas en ninguno de los tipos de las dos tablas precedentes, se han incluido en alguna de las 4 clases de masas mixtas (Tabla 2.9). Dentro de ellas, el bosque sería mixto de conífera-frondosa cuando se cumpla que al menos las frondosas representan un cuarto de la fracción de cabida cubierta arbórea, en un rodal con dominio de coníferas; de forma recíproca, para ser bosque de frondosa-conífera, estas últimas deben sumar al menos un cuarto de la fracción de cabida cubierta arbórea, en un rodal con dominio de frondosas. Para que una de masa se clasifique como bosque mixto de coníferas o de frondosas no debe cumplir ninguno de los criterios anteriores, es decir, ni para ser encuadrado como masa pura, ni dominada por dos especies, ni mixta de conífera-frondosa o viceversa.

Tabla 2.9. Tipos de bosque mixto considerados. Solo se incluyen en esta categoría los rodales en que no se cumplen las condiciones ni para ser nombrados como puros ni por las dos especies dominantes.

Bosques mixtos
bosque conífera-frondosa
bosque frondosa-conífera
bosque mixto coníferas
bosque mixto frondosas

Según se puede comprobar en las tablas expuestas, se han considerado, tanto en rodales dominados por dos especies como en mixtos, las dos opciones alternativas con las que se puede presentar el dominio de dos especies o categorías de ellas (coníferas y frondosas, en concreto). Es decir, con el orden en que se citan se ha diferenciado si una especie (o categoría) está más representada o lo es la otra que sirve para designar el tipo de masa.

Los terrenos con cubierta forestal de baja talla, que pueden tener árboles que cubran hasta en un 20% de la superficie, se clasifican como matorrales o pastizales. Dentro de la clase matorral se han establecido para el Valle de Mena tres subclases: brezal-tojal, enebral y otros matorrales. *Arbutus unedo*, tan abundante en buena parte de Mena, ha dado nombre a tipo de masa de talla intermedia entre el bosque y el matorral: el madroñal.

Además de las categorías mencionadas para superficies forestales, se han considerado las siguientes:

- Prado/cultivo
- Infraestructuras, con las subcategorías de edificación, pantano, cantera, escombrera, balsa y muladar
- Zonas erosionadas, entendiendo por tales aquéllas desprovistas de vegetación y descarnadas, con procesos erosivos activos y claramente apreciables en las imágenes aéreas

El número de tipos de masa resultante del proceso descrito en este apartado ha sido muy elevado, exactamente 67, pero se ha preferido conservar la mayor parte de la información y simplemente situarla en condiciones de hacer filtrados posteriores que faciliten la representación gráfica. De esos 67 tipos, 59 corresponden a bosques, uno a madroñal, 4 a pastizales y matorrales, y los 3 restantes a otros tipos de cubierta (infraestructuras, prados/cultivos y zonas erosionadas). La tipología se ha centrado en los bosques, en los que se ha efectuado una clasificación mucho más detallada que para el resto de formaciones. En todo caso, por agregación siempre es posible reducir los tipos, renombrándolos si es preciso.

2.4.3. Agrupaciones de tipos de masa

Además de la clasificación de las teselas en tipos de masa se ha considerado conveniente efectuar una agrupación de segundo nivel para esos tipos, con varios objetivos:

- Mejorar la rápida visualización de la información en la cartografía
- Facilitar la interpretación de la información numérica
- En general, simplificar

Los criterios para agrupar los tipos de masa han sido los siguientes:

- Cuando había dos tipos que solo se diferenciaban en el orden, se unían
- Los tipos menos representados, se agregaban a alguno con el que existiera cierta afinidad
- Solo han mantenido su identidad los tipos de masa nombrados por dos especies cuando ocupaban una considerable extensión

Los tipos de masa resultantes de este segundo proceso de agrupación han sido 23, de acuerdo con la Tabla 2.10.

Tabla 2.10. Tipos de masa agrupados, resultantes de un segundo proceso de agregación.

Agrupaciones de tipos de masa
bosque conífera-frondosa
bosque mixto coníferas
bosque mixto frondosas
encinar-quejigar
hayedo
hayedo-quejigar
hayedo-rebollar
infraestructuras
madroñal
matorral
otras coníferas
otras frondosas
otros bosques mixtos de *Quercus*
pastizal
pinar radiata
pinar silvestre
pinar silvestre-quejigar
prado/cultivo
quejigar
rebollar
robledal
robledal-hayedo
zonas erosionadas

Además de las agrupaciones mencionadas, se han efectuado otras dos que servirán para procesar de forma automatizada los datos lidar. En concreto, para efectuar una estimación de volúmenes, según se expondrá posteriormente con mayor detalle. Se ha trabajado con dos grupos de modelos independientes. Cada una de las dos clasificaciones aspira a recoger la información biométrica esencial para aplicar los grupos de modelos: los árboles exhiben marcadas diferencias morfológicas en los pies que constituyen sus masas, que teóricamente con el lidar se podrían recoger a nivel individual; pero, con la información disponible, y teniendo en cuenta los objetivos de la tesis, no se ha juzgado necesario trabajar con modelos de árbol individual, y por eso se han establecido clases basadas en la composición específica. En sentido contrario, también hubiese sido posible aplicar un mismo modelo para todas las masas, pero se entiende que existen excesivas diferencias morfológicas entre las principales especies arbóreas de los bosque meneses: en la forma de la copa, en su densidad, en la disposición de hojas y ramas, en la conicidad del tronco, etc.; variables todas ellas que afectan a cómo se producen los rebotes lidar y, en consecuencia, a la correlación de ellos y los volúmenes de madera. Por ejemplo, *Pinus radiata* tiene una copa más recogida que cualquiera de las especies ibéricas de pinos; los árboles más tolerantes conservan sus ramas bajas donde los intolerantes, por falta de luz, no pueden, lo que provoca una mayor conicidad del tronco en los primeros y en general un comportamiento muy diferente frente a los rebotes del láser. Con ambas clasificaciones, al aplicar diferentes modelos en función del tipo de masa, se espera mejorar la correlación entre los datos lidar y los volúmenes estimados.

En el primer grupo de modelos se han aplicado tres regresiones diferentes para transformar los datos lidar en existencias de madera, en función de las especies dominantes en cada agrupación de tipos de masa. Estas se han dividido en tres clases: frondosas de baja talla, frondosas de alta talla y coníferas.

El segundo grupo de modelos trabaja a nivel de especies y no de formaciones. Las clases biométricas se han asignado para cada tipo de masa, en este caso, según sus especies

constituyentes. Cuando no existía modelo para una especie se ha utilizado otro siguiendo un criterio de afinidad morfológica. Entre los principales táxones arbóreos de Mena, se disponía de modelos para todos excepto para robles y quejigos, que se han asimilado al modelo de rebollo. También se han aplicado dos modelos para las formaciones desarboladas: en general el de rebollo pero eliminando los rebotes por debajo de 3 metros de altura sobre el suelo; y en madroñal ese límite se ha subido a 5 metros, por la mayor altura media de esa formación

En la Tabla 2.11 se recogen los tipos de masa identificados tanto en 1957 como en la actualidad, la agrupación de tipos efectuada y las dos clasificaciones biométricas establecidas. Se observa cómo más de la mitad de los tipos de masa no se han identificado en 1957, sobre todo derivado de que en ese año las coníferas estaban muy escasamente representadas en Mena.

Tabla 2.11. Tipos de masa y sus agrupaciones. En cada columna figuran, de izquierda a derecha, los tipos de masa identificados en 1957, en la actualidad, y la correspondencia con los tipos agrupados. En la fila de abajo se indica su número total de tipos en cada una de las cinco clasificaciones.

TIPO DE MASA 1957	TIPO DE MASA 2015	AGRUPACIÓN TIPOS	1ª CLASE BIOMÉTRICA	2ª CLASE BIOMÉTRICA
	bosque conífera-frondosa	bosque conífera-frondosa	conífera	rebollo+pino silvestre
	bosque frondosa-conífera		frondosa baja talla	rebollo+pino silvestre
	otras frondosas-pinar		frondosa alta talla	rebollo+pino radiata
	otros pinares-hayedo		conífera	pino nigra+haya
	hayedo-otros pinares		frondosa alta talla	haya+pino silvestre
	otros pinares-quejigar		conífera	pino nigra+rebollar
	otros pinares-rebollar		conífera	pino nigra+rebollar
	pinar radiata-encinar		conífera	pino radiata+encina
	pinar radiata-hayedo		conífera	pino radiata+ haya
	pinar radiata-otras		conífera	pino radiata+quejigo
	pinar radiata-quejigar		conífera	pino radiata+rebollo
pinar radiata-rebollar	pinar radiata-rebollar		conífera	pino radiata+rebollo
	pinar silvestre-hayedo		conífera	pino silvestre+haya
	pinar silvestre-rebollar		conífera	pino silvestre+rebollo
	quejigar-pinar radiata		frondosa baja talla	rebollo+pino radiata
	rebollar-pinar radiata		frondosa baja talla	rebollo+pino radiata
	robledal-pinar radiata		frondosa alta talla	rebollo+pino radiata
	otras coníferas	otras coníferas	conífera	pino nigra+pino silvestre
	otros pinares		conífera	pino nigra
	bosque mixto coníferas	bosque mixto coníferas	conífera	pino nigra+pino silvestre
	otros pinares-pinar		conífera	pino nigra+pino silvestre
	pinar radiata-otras coníferas		conífera	pino radiata+pino silvestre
	pinar radiata-pinar silvestre		conífera	pino radiata+pino silvestre
	pinar silvestre-otras coníferas		conífera	pino silvestre
	pinar silvestre-otros		conífera	pino silvestre
	pinar silvestre-pinar radiata		conífera	pino radiata+pino silvestre
otras frondosas	otras frondosas	otras frondosas	frondosa alta talla	rebollo
	otras frondosas-otras frondosas		frondosa alta talla	rebollo
bosque mixto frondosas	bosque mixto frondosas	bosque mixto frondosas	frondosa alta talla	rebollo+haya
	otras frondosas-quejigar		frondosa alta talla	rebollo
	quejigar-otras frondosas		frondosa baja talla	rebollo+haya
	rebollar-otras frondosas		frondosa baja talla	rebollo+haya
	robledal-otras frondosas		frondosa alta talla	rebollo+haya
brezal-tojal	brezal-tojal	matorral	-	rebollo solo h>3m
enebral	enebral		-	rebollo solo h>3m
otros matorrales	otros matorrales		-	rebollo solo h>3m
encinar	encinar	encinar-quejigar	frondosa baja talla	encina
encinar-quejigar	encinar-quejigar		frondosa baja talla	encina+rebollo
quejigar-encinar	quejigar-encinar		frondosa baja talla	rebollo+encina
	encinar-robledal	otros bosques mixtos de *Quercus*	frondosa baja talla	encina+rebollo
quejigar-rebollar	quejigar-rebollar		frondosa baja talla	rebollo
quejigar-robledal	quejigar-robledal		frondosa baja talla	rebollo
	rebollar-encinar		frondosa baja talla	rebollo+encina
rebollar-quejigar	rebollar-quejigar		frondosa baja talla	rebollo+rebollo
rebollar-robledal	rebollar-robledal		frondosa baja talla	rebollo
robledal-encinar	robledal-encinar		frondosa alta talla	rebollo+encina
robledal-quejigar	robledal-quejigar		frondosa alta talla	rebollo
robledal-rebollar	robledal-rebollar		frondosa alta talla	rebollo
hayedo	hayedo	hayedo	frondosa alta talla	haya
hayedo-quejigar	hayedo-quejigar	hayedo-quejigar	frondosa alta talla	haya+rebollo
quejigar-hayedo	quejigar-hayedo		frondosa baja talla	rebollo+haya
hayedo-rebollar	hayedo-rebollar	hayedo-rebollar	frondosa alta talla	haya+rebollo
rebollar-hayedo	rebollar-hayedo		frondosa baja talla	rebollo+haya
hayedo-robledal	hayedo-robledal	robledal-hayedo	frondosa alta talla	haya+rebollo
robledal-hayedo	robledal-hayedo		frondosa alta talla	rebollo+haya
infraestructuras	infraestructuras	infraestructuras	-	-
madroñal	madroñal	madroñal	-	rebollo solo h>5m
pastizal	pastizal	pastizal	-	rebollo solo h>3m
pinar radiata	pinar radiata	pinar radiata	conífera	pino radiata
	pinar silvestre	pinar silvestre	conífera	pino silvestre
	pinar silvestre-quejigar	pinar silvestre-quejigar	conífera	pino silvestre+rebollo
	quejigar-pinar silvestre		frondosa baja talla	rebollo+pino silvestre
prado/cultivo	prado/cultivo	prado/cultivo	-	rebollo solo h>3m
quejigar	quejigar	quejigar	frondosa baja talla	rebollo
rebollar	rebollar	rebollar	frondosa baja talla	rebollo
robledal	robledal	robledal	frondosa alta talla	rebollo
zonas erosionadas	zonas erosionadas	zonas erosionadas	-	rebollo
32	**67**	**23**	**3**	**26**

2.4.4. Información sintética de cada tesela

El principal resultado del trabajo cartográfico efectuado es la información que tiene asociada cada tesela, pues esta representa la estructura del rodal. Es importante retener que esta es la información fundamental, y que la que se asocia a los tipos de masa es menos precisa, y se expone para facilitar el análisis y la comprensión de los resultados.

Tal y como se ha expuesto, en cada tesela de vegetación se han reseñado las clases de tamaño que correspondían a las especies dominantes en el rodal, cinco como máximo. Incluso se han atribuido varias clases de tamaño para una misma especie, siempre que estas aparecieran claramente contrastadas en el rodal (ver figura 1.3.6). Para manejar más fácilmente la información y así obtener ciertos resultados, se ha considerado necesario establecer una clase de tamaño que sirva para hacerse una idea del tamaño medio de los árboles de cada tesela. Se trata de una clase media, que numéricamente se correspondería con el diámetro medio cuadrático de todos los pies del rodal.

Es necesario tener presente que al establecer una clase media se están mezclando pies de tamaños que pueden ser muy contrastados, de forma que se pierde la representación estructural. Esto se efectúa en aras a la utilización más sencilla de la ingente información contenida en las teselas: disponer de un dato compilador a nivel de tesela ha facilitado los análisis dasométricos efectuados para el conjunto del Valle de Mena. Aunque las clases de tamaño supongan una cuantificación grosera, es suficiente para la mayor parte de los objetivos aquí perseguidos.

Para cada tesela también se han asignado dos valores de fracción de cabida cubierta que son representativos de ciertos atributos de conjunto: se trata de la cubierta arbórea (código Fcc_A en la base de datos) y de la cubierta arbórea más la de madroño (Fcc_T). En esta última no se incluye el madroño que figura como subpiso bajo arbolado, sino solo la parte de cubierta de madroño que se ubica en el dosel superior.

Las clases de tamaño de las teselas, junto con el tipo de masa al que pertenecen y la fracción de cabida cubierta arbórea total han sido los tres atributos que han servido para efectuar buena parte de las comparaciones y en general del estudio efectuado.

Cada tipo de información cartográfica generada es más útil a unas determinadas escalas y para la consecución de ciertos objetivos:

- Las dos agrupaciones en clases biométricas se ha construido con un fin muy preciso y en principio no parece que tenga posibilidades de uso al margen del original.
- Los tipos de masa agrupados son más útiles para una descripción general de la vegetación. Son especialmente adecuados para confeccionar planos, puesto que el número de clases (23) es suficientemente elevado como para expresar las principales diferencias en la composición específica de la vegetación, pero no demasiadas como para impedir que el resultado sea fácil de visualizar.
- Los tipos de masa sin agrupar son un instrumento adecuado para analizar la vegetación de cara a planificar la gestión forestal. Sirven para variados objetivos, sobre todo a escala de macizo forestal o comarca. Por ejemplo, para diseñar, a ese nivel, las cortas y otros aprovechamientos, para matizar el trazado de una pista general (que está más influido por factores como la topografía o la propiedad, pero también por la vegetación) o para organizar los trabajos de prevención de incendios.
- Las teselas, que contienen toda la información extractada del análisis de la vegetación, son el instrumento predilecto en la gestión forestal ordinaria: para diseñar una corta, o en general, cualquier trabajo en el monte, es preferible recurrir a las teselas, que se utilizan solas o, con más frecuencia, con ortofotografías del monte, o con otras imágenes como son las generadas con información lidar. Desde que existen sistemas de información geográfica en los que, si se organiza adecuadamente, toda la información es fácilmente accesible, no tiene sentido, más que para fines como los expuestos en los puntos anteriores, renunciar a parte de la información.

Los trabajos de delimitación de unidades de vegetación, conforme a los criterios expuestos, han dado como resultado la individualización de 2.213 teselas para el año 2015 y 1.796 para el año 1.957, cada una con una base territorial explícita y con 33 campos de datos asociados (Figura 2.4.3).

Table

Cartografia_2015

FID	Tipo_Masa	MasasAgrup	CT	FCC_A	FCC_T	Sp1	CT1	FCC1	Sp2	CT2	FCC2	Sp3	CT3	FCC3	Sp4	CT4	FCC4	Sp5	CT5
117	quejigar-pinar silvestre	pinar silvestre-quejigar	5LM	65	65	Qf	5LM	40	Ps	6LG	20			0			0		
118	bosque mixto frondosas	bosque mixto frondosas	6LG	60	60	Fs	6LG	25	Qf	5LM	15	Sar	5LM	5	Ca	5LM	5		
119	bosque mixto frondosas	bosque mixto frondosas	6LG	50	50	Fs	7FD	20	Qf	6LG	10	Fe	6LG	5	Sar	5LM	5		
120	quejigar	quejigar	5LM	50	50	Qf	5LM	50			0			0			0		
121	bosque mixto frondosas	bosque mixto frondosas	6LG	80	80	Fe	6LG	50	Fs	5LM	10	Tp	5LM	5	Sar	5LM	5		
122	quejigar	quejigar	5LM	60	60	Qf	5LM	60			0			0			0		
123	bosque mixto frondosas	bosque mixto frondosas	7FD	70	70	Qf	8FM	40	Pon	8FM	5	Ssp	6LG	5	Fe	6LG	5	Ac	6LG
124	quejigar	quejigar	5LM	50	50	Qf	5LM	50			0			0			0		
125	quejigar-pinar silvestre	pinar silvestre-quejigar	7FD	80	80	Qf	7FD	50	Ps	7FD	20			0			0		
126	pinar silvestre-quejigar	pinar silvestre-quejigar	5LM	60	60	Ps	5LM	30	Qf	5LM	30			0			0		
127	bosque mixto frondosas	bosque mixto frondosas	5LM	70	70	Qf	5LM	35	Ps	6LG	15	Qi	5LM	15			0		
128	bosque mixto frondosas	bosque mixto frondosas	7FD	60	60	Qf	7FD	20	Pon	9FG	5	Ps	6LG	5	Ac	5LM	5	Ssp	5LM
129	quejigar	quejigar	6LG	50	50	Qf	6LG	50			0			0			0		
130	pinar silvestre-quejigar	pinar silvestre-quejigar	6LG	40	40	Qf	6LG	30	Ps	5LM	10			0			0		
131	pinar silvestre-quejigar	pinar silvestre-quejigar	5LM	60	60	Ps	5LM	30	Qf	5LM	30			0			0		
132	quejigar	quejigar	4LD	45	45	Qf	4LD	40	Ps	5LM	5			0			0		
133	pinar silvestre-quejigar	pinar silvestre-quejigar	6LG	70	70	Ps	6LG	30	Qf	6LG	30	Qi	6LG	10			0		
134	encinar-quejigar	encinar-quejigar	6LG	95	95	Qi	6LG	45	Qf	6LG	40			0			0		
135	quejigar-pinar silvestre	pinar silvestre-quejigar	5LM	60	80	Qf	5LM	30	Ps	6LG	20	Qi	4LD	10			0		
136	encinar-quejigar	encinar-quejigar	5LM	75	90	Qi	5LM	40	Qf	5LM	30			0			0		
137	bosque mixto frondosas	bosque mixto frondosas	6LG	85	85	Qf	6LG	60	Ps	6LG	10	Qi	6LG	10			0		
138	quejigar-encinar	encinar-quejigar	6LG	60	60	Qf	6LG	35	Qi	6LG	20			0			0		
139	quejigar-encinar	encinar-quejigar	7FD	70	70	Qf	7FD	35	Qi	7FD	35			0			0		
140	quejigar-encinar	encinar-quejigar	7FD	90	90	Qf	7FD	50	Qi	6LG	40			0			0		
141	quejigar-encinar	encinar-quejigar	5LM	60	65	Qf	5LM	40	Qi	5LM	20			0			0		
142	bosque mixto frondosas	bosque mixto frondosas	6LG	70	70	Qf	7FD	15	Qpy	6LG	15	Qf	5LM	15	Qpy	5LM	15	Pr	3MB
143	pinar radiata-otras frondosas	bosque conífera-frondosa	8FM	80	80	Pr	8FM	40	En	8FM	40			0			0		
144	rebollar-quejigar	otros bosques mixtos de	5LM	50	100	Qpy	5LM	20	Qf	5LM	20	Qi	5LM	10			0		
145	encinar-quejigar	encinar-quejigar	5LM	50	90	Qi	5LM	30	Qf	5LM	20			0			0		
146	quejigar-encinar	encinar-quejigar	5LM	55	70	Qf	5LM	35	Qi	5LM	20			0			0		
147	quejigar-encinar	encinar-quejigar	5LM	75	75	Qf	5LM	35	Qi	5LM	35			0			0		
148	quejigar-encinar	encinar-quejigar	6LG	65	65	Qf	6LG	30	Qi	6LG	30			0			0		
149	quejigar-encinar	encinar-quejigar	6LG	70	70	Qf	6LG	50	Qi	6LG	20			0			0		
150	quejigar	quejigar	7FD	65	65	Qf	7FD	50	Pr	5LM	5	Qi	5LM	5			0		
151	quejigar	quejigar	7FD	60	60	Qf	7FD	50	Qi	7FD	10			0			0		
152	bosque mixto frondosas	bosque mixto frondosas	5LM	40	40	Qf	4LD	10	Qi	4LD	10	Fs	5LM	5	Fe	5LM	5	Sar	5LM
153	quejigar-encinar	encinar-quejigar	5LM	40	40	Qf	5LM	30	Qi	5LM	10			0			0		
154	bosque mixto frondosas	bosque mixto frondosas	6LG	45	45	Fs	7FD	10	Fs	5LM	10	Qf	5LM	10	Sar	5LM	5		
155	pastizal	pastizal	7FD	10	10	Ps	7FD	10			0			0			0		
156	otros matorrales	matorral	6LG	20	20	Ps	6LG	5			0			0			0		
157	pastizal	pastizal	8FM	10	10	Qf	8FM	10			0			0			0		
158	pastizal	pastizal	8FM	10	10	Qf	8FM	10			0			0			0		
159	quejigar	quejigar	5LM	30	30	Qf	5LM	30			0			0			0		
160	quejigar	quejigar	3MB	70	70	Qf	3MB	70			0			0			0		

163 (0 out of 2213 Selected)

Cartografia_2015

Table

Cartografia_2015

Otras_Sp	FCC_O	FCC_Au	Sbpiso_Sp1	FCC_Sbp1	Sbpiso_Sp2	FCC_Sbp2	Sbpiso	FCC_Sbp	FCC_Tsubp	Infraestructuras	C_Biometrica 1	C_Biometrica 2
Sar/Ac/Ca/Cm	5	0		0		0		0	0		frondosa baja talla	rebollo+pino silvestre
Ac/Tp/Fe/Cm/Ra/Ao	10	0		0		0		0	0		frondosa alta talla	rebollo+haya
Ca/Ao/Tp/Ac/Cm	10	0		0		0		0	0		frondosa alta talla	rebollo+haya
	0	0		0		0		0	0		frondosa baja talla	rebollo
Qf/Qi/Ac/Ca/Cm	10	0		0		0		0	0		frondosa alta talla	rebollo+haya
	0	0		0		0		0	0		frondosa baja talla	rebollo
Ca/Pa/Tp/Sar/Cm/Fs	10	0		0		0		0	0		frondosa alta talla	rebollo+haya
Ps/Pr	0	0		0		0		0	0		frondosa baja talla	rebollo
Ca/Ac/Sar/Cm/Pr/Chl	10	0		0		0		0	0		frondosa baja talla	rebollo+pino silvestre
	0	0		0		0		0	0		conifera	pino silvestre+rebollo
Ac/Sar/Cm/Ca/Jc	5	0		0		0		0	0		frondosa alta talla	rebollo+haya
Ca/Tp/Sar/Cm/Pr/Fe	20	0		0		0		0	0		frondosa alta talla	rebollo+haya
	0	0		0		0		0	0		frondosa baja talla	rebollo
	0	0		0		0		0	0		conifera	pino silvestre+rebollo
	0	0		0		0		0	0		conifera	pino silvestre+rebollo
	0	0		0		0		0	0		frondosa baja talla	rebollo
Jc	0	0	Au	5		0		0	5		conifera	pino silvestre+rebollo
Cm/Ac/Ca/Fe/Sar/Phl	10	0	Au	5		0		0	5		frondosa baja talla	encina+rebollo
	0	20		0		0		0	0		frondosa baja talla	rebollo+pino silvestre
Cm/Ac/Ca/Phl/Sar/Jc	5	15		0		0		0	0		frondosa baja talla	encina+rebollo
Ac/Ca/Jc/Cm	5	0	Au	5		0		0	5		frondosa alta talla	rebollo+haya
Cm/Ac/Ca/Jc	5	0	Au	20		0		0	20		frondosa baja talla	rebollo+encina
Au/Jc	0	0		0		0		0	0		frondosa baja talla	rebollo+encina
Ac/Cm/Ca	0	0	Au	5		0		0	5		frondosa baja talla	rebollo+encina
Cm/Ac/Ca/Jc	0	5		0		0		0	0		frondosa baja talla	rebollo+encina
Sar/Pa/Fe/Ac/Cm/Ca	5	0	Au	15		0	brezal-tojal	0	15		frondosa alta talla	rebollo+haya
	0	0	Au	10		0		0	10		conifera	pinus radiata+quejigo
	0	50		0		0		0	0		frondosa baja talla	rebollo+rebollo
	0	40		0		0		0	0		frondosa baja talla	encina+rebollo
Jc	0	15		0		0		0	0		frondosa baja talla	rebollo+encina
Ac/Ca/Cm/Jc	5	0		0		0		0	0		frondosa baja talla	rebollo+encina
Ac/Ca/Cm/Jc	5	0	Au	10		0		0	10		frondosa baja talla	rebollo+encina
Ac/Ca/Cm/Jc	0	0	Au	10		0		0	10		frondosa baja talla	rebollo+encina
Pon/Fe/Ac/Pa	5	0	Au	5		0		0	5		frondosa baja talla	rebollo
Ac/Ca	0	0		0		0		0	0		frondosa baja talla	rebollo
Tp/Ca/Ao	5	0		0		0		0	0		frondosa alta talla	rebollo+haya
Jc	0	0		0		0		0	0		frondosa baja talla	rebollo+encina
Tp/Fe/Ca/Ao/Cm/Ra	10	0		0		0		0	0		frondosa alta talla	rebollo+haya
	0	0		0		0		0	0		conifera	rebollo solo h>3m
Sar/Pa/Cm/Ia/Ac/Jc	15	0		0		0		0	0		conifera	rebollo solo h>3m
	0	0		0		0		0	0		frondosa baja talla	rebollo solo h>3m
	0	0		0		0		0	0		frondosa baja talla	rebollo solo h>3m
	0	0		0		0		0	0		frondosa baja talla	rebollo
	0	0		0		0		0	0			rebollo

163 (0 out of 2213 Selected)

Cartografia_2015

Figura 2.4.3. Ejemplo de la información que contienen las teselas. Es un pantallazo de la que aparece en Arc-Map. Cada fila se ha cortado en dos partes, para una mejor visualización.

2.4.5. Particularidades metodológicas para 1957

El análisis extemporáneo de la vegetación conlleva evidentes dificultades, que se suman a las habituales en los estudios ecológicos: se carece de la referencia mejor, que es la propia realidad de campo, ya desaparecida cuando se pretende retroceder un periodo relativamente amplio. Aunque se cuenta para este desafío con la magnífica fuente de información que suponen las fotografías de la Serie B del Vuelo Americano, su interpretación ha exigido un notable esfuerzo. Afortunadamente, la calidad de estas imágenes es excelente, pues supera a las ortofotografías del año 2014 y solo es un poco inferior a la mejor de entre los vuelos modernos, que es el del año 2009. Esta calidad ha facilitado enormemente el estudio: al fin y al cabo, la base para delimitar teselas han sido las ortofotografías tanto en 1957 como en la actualidad, así que forzosamente es necesario efectuar una correlación entre estas imágenes y la realidad; lo único que se ha hecho es aplicar la moderna guía de identificación a las fotografías antiguas, con algunos matices derivados de la imposibilidad de contraste inmediato en el campo y de las peculiaridades de cada colección de imágenes aéreas; pues aunque de calidad semejante, lógicamente no son idénticas.

2.4.5.1. **Identificación de especies**

Dado que muchos de los árboles que hoy día existen en Mena tienen más de 80 años de edad, en esos casos es posible reconocer el pie, el bosquete o el rodal en las imágenes de 1957, lo que garantiza la identificación de la especie en esos casos. En sentido contrario, retrocediendo en el tiempo, a veces analizando los fotogramas del mismo lugar pero de la Serie A se aporta una perspectiva diferente, que ayuda a discriminar la especie o la talla de un árbol o un conjunto de ellos. Esto ocurre especialmente con las repoblaciones de *Pinus radiata*, ya presentes en el Valle de Mena en 1945: con su rápido desarrollo, la comparación de las imágenes de la dos series deja pocas dudas acerca de la identificación de las parcelas repobladas con esta conífera; si solo se hubiesen analizado las imágenes de 1957 habría sido posible confundirlas con otras formaciones.

La identificación de las principales especies arbóreas, cuando sus pies han adquirido tamaño de árbol, ha resultado relativamente sencilla en unos casos, aunque no en otros. El hecho de que algunas de las especies se puedan reconocer en cada árbol individual se debe, por supuesto, a la gran calidad de las imágenes de 1957, pero también ha ayudado el hecho de que en ese año los bosques eran más abiertos que en la actualidad y las distintas especies expresaban mejor su potencial de desarrollo, en crecimiento libre y no limitado por los pies vecinos. En primer lugar es necesario reseñar que para distinguir la vegetación arbórea de la que no alcanza esa talla, además del tamaño de las copas, han sido de suma utilidad las sombras proyectadas: solo los árboles las tienen de cierta entidad. La diferenciación entre especies arbóreas ha resultado relativamente sencilla con hayas, rebollos y *Pinus radiata*, y mucho más difícil, cuando no imposible, con el resto. Ha resultado providencial que los madroñales, que en 1957 estaban muy extendidos, se hayan podido identificar con facilidad.

A continuación se exponen algunos ejemplos, un poco a modo de guía rápida de interpretación, para encuadrar taxonómicamente, en las imágenes de 1957, los árboles dominantes en los bosques meneses (figuras 2.4.3 a 2.4.6).

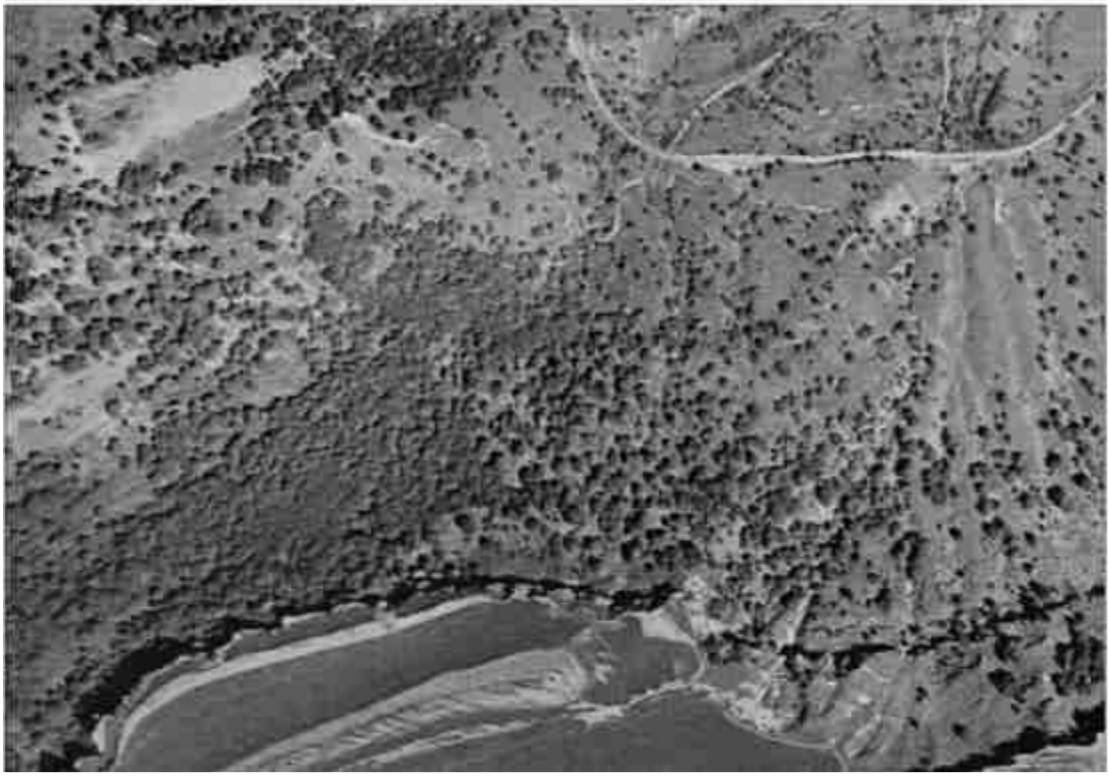


Figura 2.4.4. Las hayas se diferencia de otros árboles por la mayor globosidad de sus copas. Debido a que, con carácter general, los bosques eran más abiertos en 1957, esta forma globosa en las hayas era más fácilmente identificable que cuando estos árboles contactan con otros o entre sí, algo que hace más difícil apreciar esa forma característica. No obstante, incluso en los bosques abiertos de 1957, las hayas pueden llegar a confundirse en ciertas circunstancias con los robles y, menos pero también, con los quejigos.

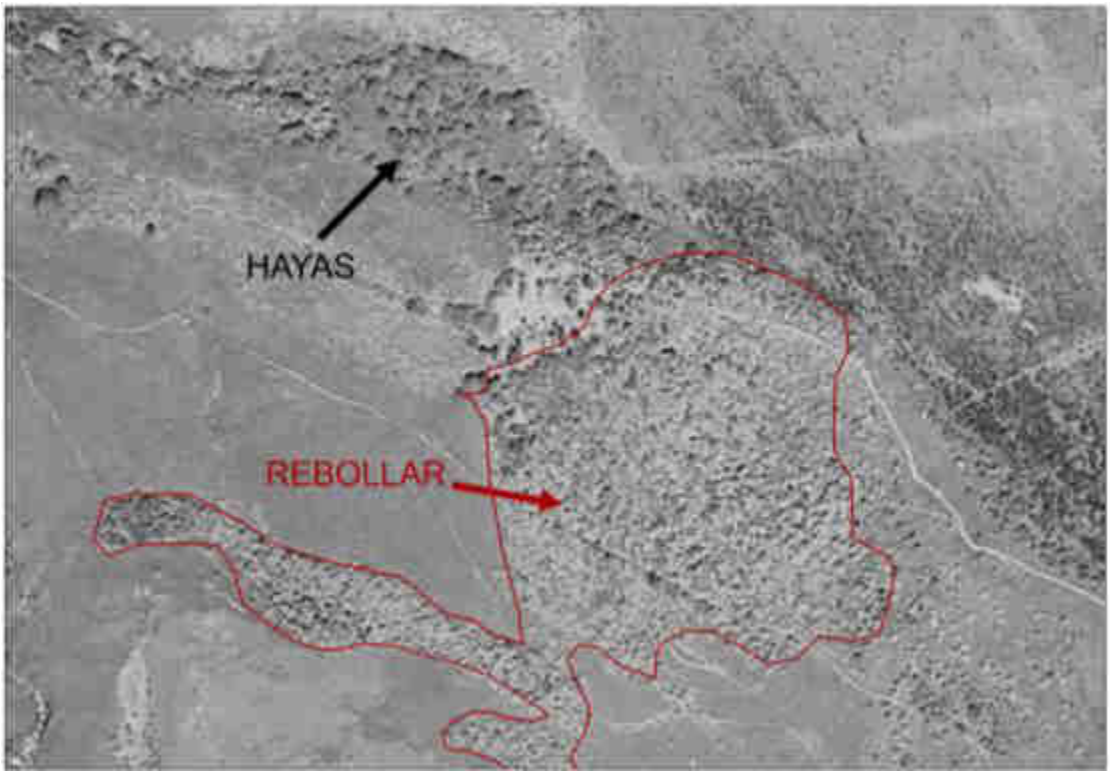


Figura 2.4.5. Los rebollos se distinguen bastante bien del resto de los árboles gracias a que se aprecia en ellos un tono más blanquecino. Incluso dos especies tan próximas como quejigos y rebollos han podido diferenciarse gracias a esa diferencia de tono. A ello contribuye sin duda el hecho de que las imágenes fueran tomadas durante el mes de mayo de 1957: cuando los rebollos brotan, presentan un tono especialmente claro, que se aprecia tanto en el campo como en las imágenes aéreas de calidad.

Figura 2.4.6. Los pinos de la especie *P. radiata* se diferencian en general bastante bien del resto de las especies por su color oscuro, una forma característica de la tesela y en ciertos casos por la sombra arrojada, si bien en 1957 algunas plantaciones eran demasiado recientes. Además, el reparto de sus rodales en el territorio, así como la alineación y coetaneidad de sus pies, permiten reconocer que se trata de repoblaciones forestales. Como se ha expuesto, en casos dudosos, se ha recurrido a las imágenes de la Serie A y se ha efectuado una comparación diacrónica.

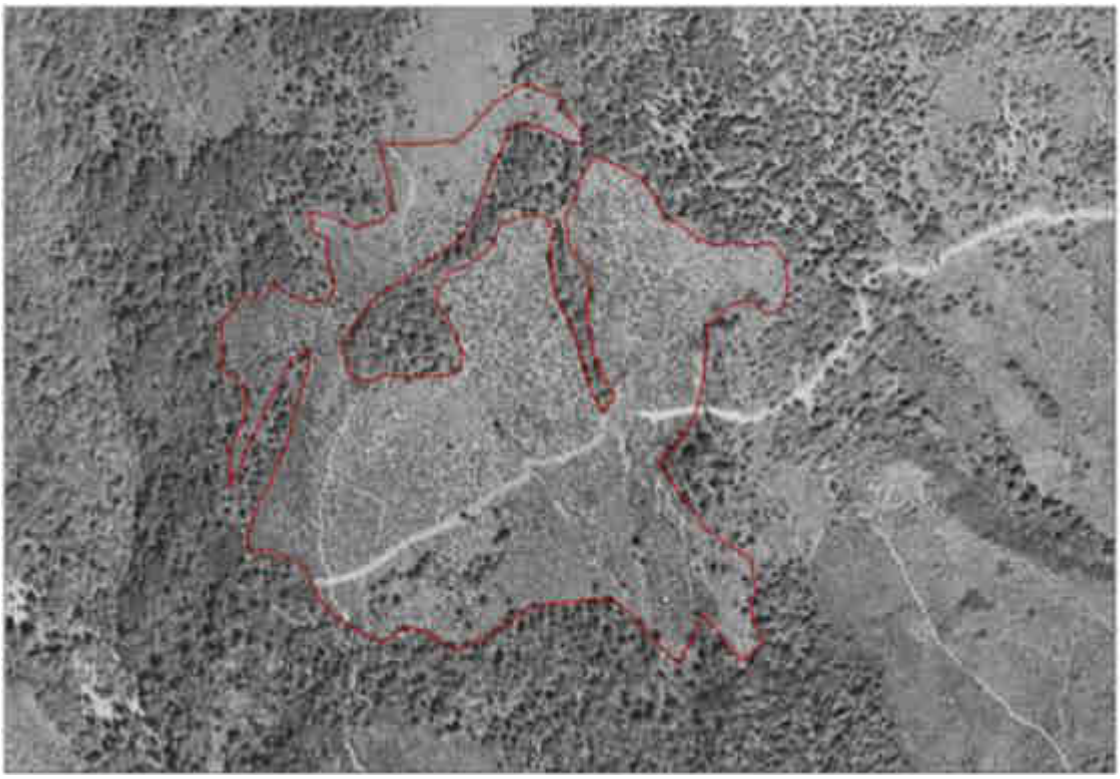


Figura 2.4.7. Los madroños se identifican por su baja talla (no se aprecian sombras) y por un patrón característico de distribución. En muchos casos, su coloración es diferente a la de los árboles; pero esto varía mucho con las orientaciones, hora del día en que se tomó la fotografía, especies que conviven, etc. La imagen muestra la pista general de los montes de Ordunte, inacabada.

Lógicamente, no todo ha sido tan sencillo como las figuras 2.4.3 a 2.4.6 podrían sugerir. Por ejemplo, diferencias de iluminación, por la orientación de la ladera o por el momento preciso del día en que se efectuó la fotografía pueden llevar a errores debido a que lo que es lo mismo aparece distinto, y hasta cierto punto también ocurre que especies diferentes se llegan a confundir por esos cambios en la iluminación.

Las fotografías de las figuras 2.4.3 a 2.4.6 son exponentes de las cuatro especies que mejor se identifican. Entre ellas suponen una parte importante de la superficie de los montes meneses, tanto ahora como en 1957, y haberlas logrado discriminar supone un gran paso en el reconocimiento de todas las especies. El resto de táxones arbóreos no se identifican con facilidad de forma directa. En concreto, el pino silvestre, que en las imágenes del año 2009 se reconoce por un color grisáceo característico, se distingue con mucha dificultad en los fotogramas de 1957; año en que por cierto era muy escaso en el Valle de Mena. En realidad, se tiene constancia de que hace 60 años había pinos silvestres en Mena por algunos ejemplares ramosos que ahora aparecen embutidos en un bosque más joven, en el Valle de Angulo, en el de Tudela y en general en el extremo oriental de Mena; estos pies llegaban a formar algunos bosquetes y, por su distribución espacial, parece seguro que se trataba de árboles espontáneos y no de repoblaciones. Pero en las imágenes de 1957 no es fácil distinguir el pino silvestre del quejigo, que es la especie con la que más conviviría, teniendo en cuenta la distribución actual de este pino. En los montes contiguos de Ayala, donde en la actualidad hay considerables extensiones de pinares espontáneos, sí se aprecian rodales de pino en 1957.

Para discriminar en las imágenes de 1957 las especies que no eran hayas, rebollos, *Pinus radiata* o madroños ha sido necesario recurrir a fuentes de información indirectas, es decir, que no proceden de forma inmediata de lo que se observa en los fotogramas. En primer lugar, una parte de los árboles que existían en 1957 siguen presentes en la actualidad, lo que permite una identificación segura de los mismos: es suficiente con identificar en la actualidad la especie a que pertenecen los pies más viejos. Por otra parte, aunque algunos patrones de distribución han cambiado profundamente, otros se han mantenido en el tiempo; por ejemplo, las hayas ocupaban en 1957, como lo hacen ahora, con preferencia, vaguadas y umbrías de las partes medias y altas del valle. Aunque es preferible no utilizar información ecológica para identificar especies en los fotogramas, se puede hacer para ayudar a discriminar casos dudosos. En este sentido, hay que tener en cuenta que, aunque muchas especies no se hayan podido identificar de forma directa con seguridad, eso no significa que se perciban en las imágenes de forma idéntica a otras: esas pequeñas diferencias, que en sí mismas no serían definitivas, unidas a los otros indicios a los que se ha hecho referencia, han permitido en conjunto clasificar con un grado razonable de seguridad las especies arbóreas presentes en 1957.

Se ha renunciado a diferenciar *Quercus petraea* de *Q. robur* en las imágenes aéreas, porque en ellas no se han encontrado diferencias sustanciales entre las dos especies, ni incluso en las modernas fotografías tomadas en primavera. En consecuencia, la información sobre las dos especies procede siempre de las observaciones de campo. La diferenciación entre los dos robles en las teselas de 1957 se ha efectuado a partir de información actual obtenida en el monte. De hecho, es necesario fijarse en una serie de atributos para distinguir con seguridad ambas especies en directo, y con frecuencia se presentan ejemplares con caracteres intermedios que resultan de difícil asignación.

2.4.5.2. **Variables dasométricas**

Las clases de tamaño y las fracciones de cabida cubierta en 1957 se han establecido en función de la única información fácilmente accesible: las copas de los árboles tal y como se perciben en los fotogramas de ese año. La correlación entre dimensión de la copa y clase de tamaño no es muy precisa, pero se puede hacer la suposición de que esta correlación es similar en 1957 y en 2015. En realidad, el tamaño de la copa determina en gran medida el incremento de sección en el tronco, y por tanto el crecimiento diametral, tal y como muestran los estudios fisiológicos (ver, por ejemplo, Sone *et al.*, 2005). Si la correlación entre superficie en planta de la copa y diámetro no es tan buena es debido a las diversas vicisitudes por las que pasa cada árbol a lo largo de su desarrollo, que estadísticamente se tienden a compensar, salvo que haya intervenido un drástico cambio de condiciones; algo que sí ocurrió entre 1957 y la actualidad. En todo caso, dado que la única información dasométrica fiable y continua de la que se dispone en 1957 es la relativa al tamaño de las copas, es la que se ha utilizado.

Cabe suponer que, dado que en 1957 los bosques eran más abiertos, para un mismo tamaño de la copa los pies eran más bajos que en la actualidad: al menos en especies con escaso control

apical, como son en general las frondosas cantábricas, crecer en densidad estimula el crecimiento en altura (ver gráfica al respecto en Oliver y Larson, 1990); no obstante, al menos en medios ventosos, o duros en general, especies con elevado control apical como son los pinos, también alcanzan mayores tallas cuando crecen en cierta espesura, gracias a la mutua protección microclimática. Merced a los datos de las ordenaciones y de los inventarios nacionales forestales, existen datos empíricos sobre cómo ha ido aumentando, con carácter general, la altura media de los árboles para un diámetro dado (Sevilla, 2008); para los hayedos alaveses, en un periodo de 33 años se había incrementado en más del 10%, aunque con gran variabilidad según las clases de diametrales (mayor incremento en las más gruesas). Esto implica que, con razonable grado de seguridad, el volumen medio de un pie de un tamaño de copa dado en 1957, en Mena, era inferior al de un pie moderno con sea misma copa. Respecto al diámetro, y por tanto a la clase de tamaño, esta afirmación es más dudosa, aunque la correlación positiva entre diámetro y altura invita a colegir que en 1957 los árboles eran algo menos gruesos para una misma proyección de la copa. Pero esto es solo una hipótesis no testada en este estudio, ni en otros a los que se haya tenido acceso: se ha trabajado asumiendo que la correlación entre copa y diámetro normal se ha mantenido en el tiempo.

Dentro de la metodología empleada, el punto más endeble es la asignación de clases de tamaño para el arbolado existente en 1957. Pero, en el contexto del trabajo aquí realizado, se estima que no es necesaria una mayor precisión: a diferencia de la información actual, que va a ser utilizada directamente para la gestión, la de 1957 solo se emplea para analizar cambios ecológicos. Y estos han sido de tal magnitud que parece asumible la incertidumbre en cuanto al mantenimiento de la relación tamaño de copa y diámetro: pequeñas diferencias en esta relación resultan irrelevantes dentro del contexto comparativo de este estudio.

Afortunadamente, la calidad de las imágenes de 1957 ha permitido casi siempre identificar las copas individuales de los árboles, por lo que al menos la medición de la variable superficie de copa en planta ha sido precisa; los errores, salvo fallo de apreciación, proceden del hecho de que se carece de información directa sobre los diámetros que tenían los árboles hace seis décadas. En todo caso, el error de asignación de clase de tamaño no debería ser superior a un salto de dos clases y supuestamente se compensaría entre distintas teselas, o incluso entre rodales o bosquetes de una misma tesela; salvo por cambio profundo en las relaciones biométricas que, como se ha expuesto, parece más lógico que haya afectado a la proporción entre altura (o volumen) y superficie de la copa, que entre esta última variable y el diámetro.

Existiría al menos una opción de utilizar información adicional para lograr mayor fiabilidad en la asignación de clases de tamaño para 1957: dado que muchos árboles que se aprecian en las imágenes de ese año continúan vivos en la actualidad, no sería necesario más que extraer una muestra de sus anillos con una barrena de Pressler, o analizarlos en las múltiples cortas que se efectúan en el valle. Ambas operaciones serían costosas, pero factibles; como lo son los inventarios dasométricos clásicos. Para los objetivos aquí perseguidos se entiende que no es necesario efectuarlas. Por lo tanto, las clases de tamaño en 1957 se han asignado a partir de las imágenes aéreas de ese año; para 2015 se han utilizado lógicamente imágenes modernas, aunque como se verá se han empleado también otras fuentes de información que no estaban disponibles para 1957.

Uno de los aspectos más novedosos de esta tesis doctoral es que se han calculado volúmenes de madera existentes en un momento relativamente remoto en el tiempo. La estimación de volúmenes no es un objetivo central de la tesis, pero siempre es interesante disponer de unas referencias cuantitativas; sobre todo al objeto de poder comparar con facilidad tanto la situación de distintos ecosistemas, a veces muy alejados entre sí, como la gestión que se efectúa de ellos.

Una opción para corregir el mencionado problema del cambio en la relación altura diámetro desde 1957 a 2015 sería usar la variación medida obtenida de inventarios forestales y extrapolarla en el tiempo. El resultado medio, con los datos de los hayedos alaveses, sería que es preciso hacer una corrección de entre el 15 y el 20% de la altura, y por consiguiente, del volumen estimado para 1957. Esta proporción debería ser semejante con otras especies de escaso control apical, como son del género *Quercus* y en general las frondosas; es decir, con las que dominaban de forma abrumadora los montes meneses en 1957. Sería mucho menor con coníferas.

En cuanto a la forma de los troncos, cuando los árboles crecen en poca espesura, conservan ramas desde más abajo y aumentar la conicidad de los fustes. Este factor también influye en la misma dirección que el cambio en la relación altura-diámetro; es decir, tiende a sobreestimar el volumen de los fustes en 1957 (aunque no el de las ramas).

Finalmente, dado que no se disponía de antiguos datos dasométricos precisos para Mena ni para montes similares, y los inventarios forestales nacionales no se retrotraen tanto, se ha preferido no efectuar corrección alguna en la relación diámetro-volumen; que es equivalente a decir que se ha considerado constante en el tiempo la relación altura-diámetro. De esta forma, al sobrestimar los datos volumétricos de 1957 (por considerar los árboles tan espigados como hoy en día, cuando presumiblemente lo eran menos), aunque sea en una cuantía desconocida, se puede compensar cualquier desviación en la estimación de clases de tamaño. O exacerbarla si es en sentido contrario. Pero, en todos los casos, el resultado más plausible es que el volumen calculado para 1957 sea un límite máximo del existente para ese año.

Se supone que el cálculo para 2015 es muy ajustado a la realidad, por lo que la relación diacrónica entre volúmenes, que es el resultado más importante, será la estimada o algo más. En todo caso, si se desea, aplicar una corrección al resultado global, simplemente consistiría en minorar el volumen estimado para 1957 en un 15-20%, de acuerdo al mencionado estudio de los hayedos alaveses. Si el objetivo hubiese sido un preciso análisis dasométrico diacrónico, además de tomar muestras de anillos de viejos árboles, se deberían haber efectuado correcciones en función de la espesura y para cada clase de tamaño; dado que no es el caso, es más adecuado aplicar una corrección global, que precisamente por su falta de detalle debería ser más cercana a la realidad.

La estimación dasométrica de hace casi seis décadas se ha realizado suponiendo una constancia temporal en los volúmenes asociados a los estratos de vegetación. Esto ya se ha explicado que no es completamente correcto, pero se asume esta fuente de error: ante la magnitud del cambio detectado, es irrelevante, para los propósitos de este estudio, la subestimación de la variación volumétrica entre años. Hay que pensar que se siguen usando ecuaciones de cubicación hechas con árboles tipo de hace 30 años o más, para un fin mucho más exigente en precisión, como es tasar la madera que se va enajenar.

Tanto para 1957 como para 2015 se han considerado todas las formaciones forestales, y no solo las boscosas, en la estimación de volúmenes. Lo contrario hubiera sesgado el análisis, porque las formaciones abiertas eran proporcionalmente mucho más abundantes en 1957. En las teselas asignadas a prado/cultivo, pastizal, madroñal y matorrales, e incluso en las de zonas erosionadas, se ha consignado el arbolado presente, con su tamaño y cubierta. Solo en la clase infraestructuras no se ha referido el posible arbolado existente.

Para 2015 se dispone de datos muy precisos gracias a la información lidar de 2010 y a la de las cortas realizadas con posterioridad a ese año. Para adaptar los modernos volúmenes por estrato a la situación de 1957, se han construido estratos para este año en función del tipo de masa, la clase de tamaño y la fracción de cabida cubierta. Son los mismos factores con los que se han elaborado los estratos en 2015, pero se han aplicado de forma diferente:

- En primer lugar, se ha calculado el volumen que corresponde a cada clase de tamaño de cada tipo de masa para cada punto porcentual de cubierta arbolada. Esto se ha realizado dividiendo, en cada estrato, el volumen por hectárea entre la fracción de cabida cubierta. Cada dato obtenido se ha ponderado en función de la superficie de cada estrato.
- Posteriormente, simplemente se ha aplicado una proporción directa entre volumen y fracción de cabida cubierta. Es decir, para cada clase de tamaño de un tipo de masa concreto, se calcula el volumen asociado a cada fracción de cabida cubierta simplemente multiplicando el volumen correspondiente a la cubierta completa por el porcentaje de cubierta correspondiente. Se asume, por no suficientemente relevante para los objetivos perseguidos, el ya comentado problema de que los pies que crecen en menos espesura tienden a ser más bajos.

Lo expuesto en términos matemáticos sería:

$$Vm_{1957} = CD_{1957} \text{ X } \left[\sum\left(Sup_{CD2015} \text{ X } Vm_{CD2015}/CD_{2015}\right) \text{ X } \sum Sup_{CD2015}\right]$$

Donde: Vm es volumen medio por hectárea; CD es clase diamétrica; Sup_{CD2015} es la superficie ocupada por cada clase diamétrica, de un tipo de masa y de una clase de tamaño concretos, en el año 2015; Vm_{CD2015} y CD_{2015} se refieren, lógicamente a los valores esa misma clase diamétrica.

Esta fórmula se ha aplicado para cada clase de tamaño de cada tipo de masa. Aunque las masas en 2015 son notablemente más diversas de lo que eran en 1957, existían en ese año algunas combinaciones que se han perdido en los modernos montes meneses; en concreto, ahora se han perdido algunas clases de tamaño pequeñas, para ciertos tipos de masa. Cuando no había combinaciones modernas, se ha recurrido a la comparación de otras semejantes, y se ha efectuado una media. Por ejemplo, si no había latizales delgados de un tipo de masa, se recurría a

los de otro semejante o se hacía una media: los rebollos se han considerado intermedios en sus variables dasométricas entre robles y quejigos; si no había existía una masa mixta, se ha adoptado la media de sus componentes; etc. En caso de posible elección entre dos referencias, cuando ha habido que adoptar un valor se ha dado preferencia a la más representada superficialmente, porque se entiende que proporcionará una media más precisa. El resultado de estos cálculos, agrupando las distintas clases de tamaño de cada tipo de masa, se expone posteriormente.

En realidad, la fórmula expuesta es una aplicación de la idea de la proporcionalidad entre cubierta y volumen, con el ya mencionado inconveniente del cambio de relaciones biométricas con el tiempo. Procediendo así se da una mayor coherencia a los datos de los estratos de 2015, que son contingentes a variaciones puntuales, derivadas de múltiples motivos: diferente calidad de estación, vicisitudes varias en la vida del rodal, errores de asignación en la clase de tamaño, etc. Estas variaciones también se darán en 1957, pero no existe ningún motivo para pensar que obedezcan al mismo patrón que en 2015. Al construir estratos más grandes, que no tienen en cuenta la fracción de cabida cubierta, se tienen datos más representativos.

Tanto los datos de volúmenes en 1957 como en 2015 proceden de los volúmenes medios por hectárea a nivel del conjunto del estrato. Pero mientras que en el año 2015 el dato de volumen por hectárea se ha calculado directamente de la información lidar, para 1957 se ha construido un modelo que reprocesa la información moderna información lidar; lógicamente con el objetivo de que intentar ajustarse a una realidad de hace casi seis décadas. En definitiva, se han asignado, para cada tipo de masa y cada clase de tamaño de 1957, una serie de volúmenes por hectárea según lo observado en 2015, y se han variado en proporción directa con la fracción de cabida cubierta.

2.4.6. Particularidades metodológicas para 2015

2.4.6.1. **Identificación de especies**

Como se ha expuesto, la base para la delimitación de teselas actuales de vegetación han sido las ortofotografías del año 2009, completadas con imágenes más modernas (sobre todo las de 2014) para detectar los cambios más recientes, con la información lidar y con los trabajos de campo.

Muchas de las dificultades encontradas para la identificación de especies en 1957 desaparecen cuando se trata de la moderna vegetación. En primer lugar porque siempre se puede acudir al campo a comprobar si es correcta. Pero también en las propias imágenes hay más información que en las de 1957, y además existen varios vuelos disponibles con escasa diferencia de años.

Lo expuesto para 1957 en cuanto a la identificación de hayas, rebollos, *Pinus radiata* y madroño sirve para las modernas imágenes. Con la ventaja de que, en más de la mitad del Valle de Mena, existen unas imágenes del Gobierno Vasco del año 2009 tomadas en primavera, con solo una parte de las frondosas brotadas, que permite discernir con razonable seguridad los rebollos (nada brotados), de los quejigos (a medias), y de robles y hayas (ya con la hoja cubriendo bien la copa). En este vuelo se identifican muy bien los mostajos (*Sorbus aria*), por su color blanco en los fotogramas. Como ya se ha detallado, el pino silvestre se diferencia de otros pinos por su tono grisáceo, que se aprecia con facilidad en las imágenes del año 2009 de la Junta de Castilla y León.

Figura 2.4.8. Dos ejemplos de imágenes del vuelo del Gobierno Vasco efectuado en la primavera de 2009, en los montes de Ordunte, disponibles directamente en Internet a través del programa Google Earth. En la superior se aprecian unos árboles con el follaje completamente desarrollado, mientras que otros aparecen con la copa desnuda: las frondosas con hojas son sobre todo hayas y las que no las tienen son rebollos. Se trata de la misma zona representada en la figura…. –bosques en vaguadas-. En la inferior se aprecia además un detalle curioso: se ven pequeños árboles con un color gris claro que destacan entre los demás; se trata de mostajos (*Sorbus aria*). Estas imágenes, disponibles para la mayor parte de Mena, con excepción del suroeste del valle, han servido de complemento para las de la Junta de Castilla y León del mismo año, que han sido las utilizadas con preferencia, pero que no marcan estos contrastes primaverales.

Figura 2.4.9. En las fotografías aéreas de 2009, *Pinus radiata* se aprecia claramente más oscuro que *Pinus sylvestris*. El pino silvestre tiene un color un poco grisáceo característico. En caso de duda con alguna frondosa, siempre se puede recurrir a las imágenes en falso color, en las que no existe posible confusión.

2.4.6.2. **Variables dasométricas**

Aunque la base para asignar clases de tamaño en 2015 es la misma que en 1957, esto es, las copas de los árboles tal y como se aprecian en las imágenes aéreas, se han usado tres fuentes de información independientes de estas, que convierten en teóricamente más precisa la moderna asignación:

- Datos lidar. Aunque lo que proporcionan, al menos de forma directa, son alturas y no diámetros, grandes diferencias en altura casi siempre se acaban trasladando a distintos diámetros. La gran ventaja del lidar es que proporciona información continua, de todo el territorio, y así sirve para disminuir la parte subjetiva que inevitablemente conllevan los transectos en el campo.
- Información aportada por parte del agente medioambiental Juan Antúnez Vázquez, dotado de una gran capacidad de observación y que ha trabajado en Mena, de forma continua, más de tres décadas. Se le ha entregado un mapa con las teselas delimitadas sobre imagen aérea para que diese su opinión sobre la clase de tamaño de los árboles en ellas contenidas; con la posibilidad de redibujar las teselas si lo consideraba necesario.
- Datos obtenidos directamente del campo. No se han empleado en la asignación inicial de clases de tamaño, sino solo posteriormente, en teselas que por cualquier motivo ofrecían dudas: áreas borrosas en las imágenes, datos que no encajaban al redactor de la tesis, etc.

También estaba disponible información dasométrica recogida en los instrumentos de ordenación forestal, que proporcionan datos un poco desfasados y solo de una parte de Mena. Además, los recintos superficiales a los que están referidos los datos no coinciden con los delimitados en este trabajo. Aunque esta información no se ha utilizado directamente para establecer clases de tamaño, ha servido para comprobar la asignación inicial y, en su caso, para corregir errores.

Los datos del tercer inventario forestal nacional se ha estimado que ya eran demasiado antiguos para ser fiables. Además, la intensidad de muestreo es demasiado baja para un área de trabajo como Mena.

El lidar plantea el problema de que la correlación entre altura y diámetro es más pobre que entre copa y diámetro; como consecuencia no solo de las vicisitudes durante la vida de los árboles (un ejemplo claro serían los trasmochos), sino de factores que sesgarían mucho el análisis, como es la calidad de estación. Además, al efectuar la integración entre diferentes fuentes de información, se

ha llegado a una conclusión inesperada al comenzar el trabajo: en ciertos lugares de Mena la información lidar disponible no es de suficiente calidad ni siquiera para obtener la altura de la vegetación. Posteriormente, dentro de este mismo apartado, se desarrollará esta afirmación.

La información obtenida directamente en el campo es en principio la más precisa. Y desde luego es la que en definitiva ha servido para resolver las dudas o las diferencias de parecer entre Juan Antúnez y el redactor de la tesis. Pero no tendría mucho sentido usar las mediciones sobre el terreno como una fuente principal de datos cuando uno de los objetivos es precisamente demostrar que se puede obtener mucha información estructural sin efectuar un inventario dasométrico al uso, que para que en Mena fuese representativo sería costoso. Desde el momento en que se decide no efectuar una prospección sistematizada de todo el territorio mediante parcelas o transectos en el campo, se dio preeminencia en la asignación inicial del dato de clase de tamaño a la información de Juan Antúnez y de las imágenes aéreas. Teniendo en cuenta que se han delimitado más de 2.000 teselas, el trabajo hubiese sido ingente tanto si se hubiese optado por recoger información de ellas sobre el terreno como con un muestreo estratificado con parcelas dasométricas hechas del modo clásico. Además, unas visitas puntuales al campo ni siquiera permiten garantizar que el resto no recorrido de una tesela se comportase como la parte analizada: para recoger información de forma barata es imprescindible disponer información espacialmente continua, como son las imágenes aéreas y, hasta cierto punto, la proporcionada por el agente medioambiental.

Aunque al incluir los trabajos de campo, el lidar y la información de Juan Antúnez se ha mejorado la precisión de la asignación de clases de edad en 2015, esto conlleva inevitablemente sesgos respecto al análisis efectuado en 1957. No obstante, se ha decidido hacerlo así porque para la comparación diacrónica se estima que la precisión es suficiente, mientras que a la información actual se le van a dar más usos que esa comparación, para los que interesa una mayor precisión.

El resultado final respecto a clases de tamaño integra básicamente la información de las modernas imágenes aéreas (sobre todo la de 2009 de la Junta de Castilla y León) con la aportada por Juan Antúnez. El resto de los datos solo han matizado los resultados inicialmente obtenidos. El proceso de asignación de clases de tamaño ha influido en los límites de las teselas: estos son básicamente los dibujados inicialmente sobre fotografía aérea, pero tanto los datos del agente medioambiental como los lidar han llevado a subdividir o perfilar teselas en función de la información que aportaban.

Respecto a la fracción de cabida cubierta, el proceso de asignación ha sido mucho más sencillo e insesgado respecto al efectuado para 1957: en ambos años se ha seguido el mismo criterio, que es una evaluación subjetiva de lo que se observa en las imágenes aéreas. Aunque se podría haber utilizado el lidar para establecer las fracciones de cabida cubierta modernas, con este parámetro se ha preferido continuar con el mismo criterio de 1957: las fotografías aéreas permiten determinarlo con gran precisión.

El cálculo del volumen se ha efectuado a partir de la información lidar. El procedimiento que se ha seguido consiste en aplicar un modelo que relaciona los estadísticos de los datos lidar con la variable volumen. Se ha decidido aplicar los modelos de que disponían dos empresas de servicios forestales. En los últimos tiempos, estas empresas realizan estimaciones de volúmenes para clientes que exigen diferentes precisiones. En algunos casos los requisitos de exactitud son muy elevados, ya que se pide una estimación tan exacta como para poder realizar una oferta de compra de la madera a riesgo y ventura; lo que sin duda constituye una prueba de la madurez del método.

Para el caso que nos ocupa se ha preferido no realizar adaptación alguna a las peculiaridades de Mena, sino que las empresas aplicasen directamente los modelos de que disponen. En caso de que no dispusieran de un modelo para algunas de las especies arbóreas más extendidas en Mena deberían utilizar un modelo diseñado para la que se estime como más semejante en términos biométricos. En la Tabla 2.11 se han expuesto las clases biométricas empleadas por cada una de las empresas.

Se piensa que con esta forma de trabajo se consigue una precisión más que suficiente para los objetivos aquí perseguidos; y en realidad para cualquier actividad cotidiana de gestión, excepto quizá una evaluación precisa del volumen de madera de un rodal pequeño que se vaya a enajenar a riesgo y ventura. En todo caso, entre los resultados proporcionados por las dos empresas, se ha escogido el que, tras una serie de comprobaciones, se ha estimado como más preciso.

La comprobación de la idoneidad de los modelos es relativamente sencilla: aunque en la gestión forestal ordinaria del norte de Burgos no se efectúan inventarios, sí se mide toda la madera

cortada. Y se conoce con precisión la superficie de la que ha salido, así como la intensidad aproximada de corta. Esta última variable, es la que en general se controla con menos exactitud, excepto en un caso: las cortas a hecho (100% de intensidad de corta). Como en los últimos años se han ejecutado varias, las comprobaciones son inmediatas y la precisión que ha resultado en el mejor modelo, muy ajustada. Además, los resultados obtenidos a partir de la información lidar, procesada con los modelos correspondientes, se han contrastado con los recogidos en la ordenación del grupo de montes Dehesa de Ordunte. No se ha empleado la información del otro instrumento de planificación existente, en Ayega por los incendios recientes que allí han modificado los valores dasométricos.

Efectuadas las oportunas comprobaciones, se han elegido para el cálculo de volúmenes los datos proporcionados por la empresa que ha utilizado las clases biométricas de especies individuales. En principio esto era lo que cabía esperar, dado que particulariza más las formas en que crecen los árboles: el desarrollo de los árboles está condicionado (además de los factores ambientales) por sus patrones genéticos, y estos están asociados a táxones y no a formaciones; estas últimas resultan de la combinación de los primeros, que es exactamente como trabaja el modelo con resultados más ajustados.

Para elaborar sus modelos, las empresas de servicios forestales establecen correlaciones entre datos lidar y volúmenes. Para ello necesitan ubicar con gran precisión espacial las parcelas en las que miden volúmenes en el campo. Utilizan tanto las del cuarto inventario forestal nacional como otras que replantean sobre el terreno. Dado que en el tercer inventario forestal nacional la información sobre la posición de las parcelas no es suficientemente precisa, y que el cuarto no se ha efectuado todavía en Mena ni en general en Burgos, se ha recurrido a datos de otras provincias con un medio que se ha estimado semejante. Teniendo en cuenta las especiales condiciones de Mena en el contexto burgalés y de Castilla y León, es probable que los ajustes sean más precisos al utilizar provincias cantábricas que con los datos de Burgos.

La elaboración de un buen modelo, que proporcione resultados precisos, es un proceso costoso y de investigación y desarrollo. Lógicamente, las empresas son muy celosas para evitar que otros aprovechen un modelo que les ha costado desarrollar a ellas, y por eso no lo facilitan, sino solo los resultados.

La metodología general que emplean para el cálculo de volúmenes las dos empresas es la misma:

- Una vez construidos sus modelos, que es la parte más laboriosa del trabajo, los aplican a cuadrículas o píxeles.
- En cada píxel obtienen un valor de volumen en función de los estadísticos lidar de esa cuadrícula.
- Posteriormente cruzan la capa ráster generada con todos los píxeles con una capa vectorial de estratos de vegetación.
- Si un píxel queda cortado entre dos estratos, asignan a cada uno la parte proporcional.
- El resultado son volúmenes por estrato; bien en cifras absolutas o bien referidas a una hectárea.
- A todos los efectos, con posterioridad a los cálculos, se considera que la distribución de volúmenes en cada estrato es uniforme. No obstante, se dispone de los datos por píxel que han originado las medias de cada estrato.

En esta tesis, los estratos de vegetación fueron los tipos de masa combinados con las clases de tamaño y la fracción de cabida cubierta por árboles. El cruce de estas tres opciones generó 641 estratos para el año 2015 y 390 para 1957. El menor número de estratos en 1957 obedece sobre todo a que apenas había coníferas en ese año.

Los datos lidar emanan de un vuelo realizado en el año 2010, dentro del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea. Por consiguiente cabría esperar un desfase entre lo calculado en los modelos y las existencias en 2015, derivado de que han transcurrido 5 años desde la toma de información lidar. Sin embargo, ese desfase temporal ha sido mínimo en el modelo más ajustado, debido a que las parcelas de referencia han sido posteriores: la correlación no se ha establecido entre datos lidar y vegetación existente en ese momento, sino con la que había varios años más tarde. Lógicamente, eso ha exigido rechazar posibles ubicaciones de parcelas afectas por eventos renovadores.

No obstante lo expuesto, se han decido corregir las estimaciones de *Pinus radiata*, en las que se han estimado divergencias con la realidad, por tres motivos:

- Se trata de la especie con un crecimiento más rápido entre las más comunes en Mena, por lo que el desfase temporal es con ella más acusado.
- El modelo de *Pinus radiata*, precisamente por el interés maderero de la especie, fue el primero que se elaboró.
- Sus bosques han sido objeto preferente de la selvicultura, de forma que existe más información que sobre otros.

Como consecuencia de lo expuesto, los valores de volumen para *Pinus radiata* se pueden reajustar utilizando con los siguientes factores:

- El crecimiento medio estimado para latizales y fustales de *Pinus radiata* es en Mena de 10 m^3/ha.año.
- Las cortas en los últimos años han afectado a fustales, no a latizales.
- Las cortas están perfectamente localizadas en tiempo y espacio. También, hasta cierto punto, en intensidad, ya que se conoce con precisión el volumen extraído pero solo aproximadamente el preexistente; salvo, claro está, en cortas a hecho, donde se conocen ambas variables con precisión.

Esta información se ha facilitado a la empresa que ha elaborado el modelo más preciso. Finalmente, no se han utilizado los datos precisos de cada corta, sino que se ha estimado una media para el conjunto del Valle, y con ella se han recalculado los volúmenes correspondientes a cada estrato de *Pinus radiata*. En cada píxel de estimación de crecimiento (celdas de 25 x 25 m), se han efectuado las siguientes suposiciones:

- El periodo adoptado para acumular crecimientos es de 5 años, dado que los trabajos de campo de las parcelas utilizadas para construir el modelo, que son parte de las efectuadas en el cuarto inventario forestal nacional en el País Vasco, fueron realizados en el año 2010.
- En los latizales de *Pinus radiata* se ha considerado que se ha acumulado todo el crecimiento de esos 5 años (50 m^3/ha).
- En los fustales, solo la mitad (25 m^3/ha).

Posteriormente se han reasignado de nuevo los valores a los estratos. Probablemente, el la corrección efectuada sea un poco inferior a la acumulación real de existencias, porque el crecimiento corriente es superior al medio en la mayor parte de los pinares de *P. radiata* en Mena. Pero se ha preferido utilizar el valor de 10 m^3/ha.año para compensar las pérdidas que inevitablemente se producen por derribos, excesiva competencia, plagas y enfermedades. En todo caso, se espera en breve disponer de datos de crecimiento mucho más precisos, con la repetición de vuelos lidar en un mismo territorio.

2.4.6.3. **Algunos problemas surgidos con la información lidar**

No obstante el gran avance que sin duda ha supuesto la información lidar, en el trabajo con esta formidable herramienta ha aparecido un inesperado problema: en unas pocas teselas de los montes de la Peña, la cartografía lidar indicaba una altura de la vegetación muy inferior a la real. Afortunadamente, el manejo simultáneo de varias fuentes de información ha permitido detectar el error. De particular importancia en este sentido ha resultado el análisis diacrónico de diversas imágenes aéreas, además del conocimiento de los recientes acontecimientos más importantes acaecidos en el monte y de la dinámica forestal menesa: es poco concebible que en Mena, un lugar que en las imágenes de los 15 años precedentes ya estaba cubierto de árboles, y donde no ha intervenido ningún agente renovador de importancia, tenga pies de talla tan baja que no lleguen ni a tres metros de alto. No obstante, se partía de la idea de que el dato de altura de la vegetación proporcionado por la información lidar era preciso, así que se efectuó una visita al terreno donde se compró que, en efecto, se trataba de un error en los resultados obtenidos a partir del vuelo lidar (figuras 2.4.9 y 2.4.10).

Debido a la configuración topográfica de la zona, ubicada al pie de los cortados de la Peña y en una encajada vaguada, y a la gran densidad del hayedo, hay muy pocos puntos que alcancen el suelo; y el programa que procesa la información lidar interpreta los puntos más bajos como ruido, por lo que confunde el nivel del terreno con el del dosel arbóreo, y clasifica este como suelo (figuras 2.4.9 y 2.4.10).

Las zonas en las que hay muy pocos rebotes en el suelo aparecen en el sombreado del modelo digital del terreno con un aspecto característico, como si se tratara de un relieve mucho más caótico y quebrado del que en realidad es: esto es producto, como se ha comentado de la confusión entre suelo y vegetación cuando apenas llegan rebotes (Figura 2.4.14).

Este problema se ha detecta en una extensión aproximada de 105 hectáreas, repartidas fundamentalmente en la zona de los montes de la Peña; lo que supone un 0,4% de la superficie de estudio. Un porcentaje pequeño pero que podría teóricamente llevar a graves decisiones en la planificación o en la gestión.

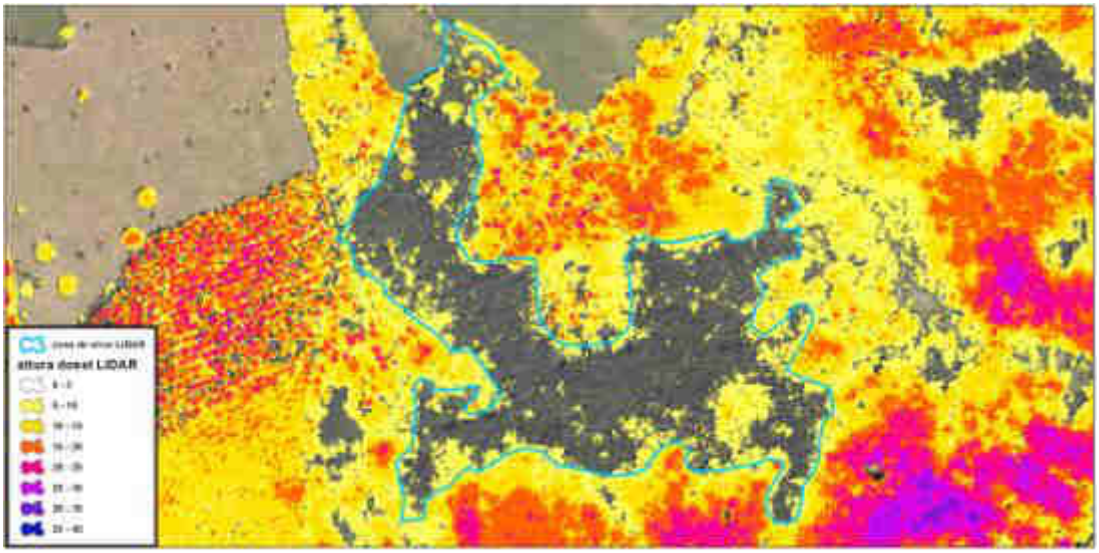


Figura 2.4.10. Tres ortoimágenes de la zona en la que se ha detectado un grave error en la estimación de alturas de la vegetación, que aparece remarcada en azul. La de arriba es la habitualmente utilizada para delimitar teselas, del año 2009. En la intermedia se ha superpuesto información de alturas obtenida a partir de datos del vuelo lidar de 2010. Se aprecia cómo en medio del bosque aparece un rodal con vegetación de talla no arbórea. Ya en el año 2001 el rodal era un hayedo con copas bien formadas, lo que indujo a pensar que algo no encajaba. Una posibilidad es que la zona se hubiese cortado justo entre los vuelos de 2009 y 2010, pero en las imágenes de 2014 se comprobó que no había sido el caso.

Figura 2.4.11. Foto 52857. Interior del bosque en el que supuestamente, según la información lidar, la altura de la vegetación era de 2,5 m. En realidad se trata de un latizal grueso de haya, con alturas que oscilan entre los 12 y los 16 m, y algunos árboles que superan ampliamente estas cifras. Hay pies dispersos de arce y quejigo. También de *Pinus nigra* y *P. radiata*, procedentes de una repoblación en terrazas, fallida con carácter general (Anzo, Valle de Mena).

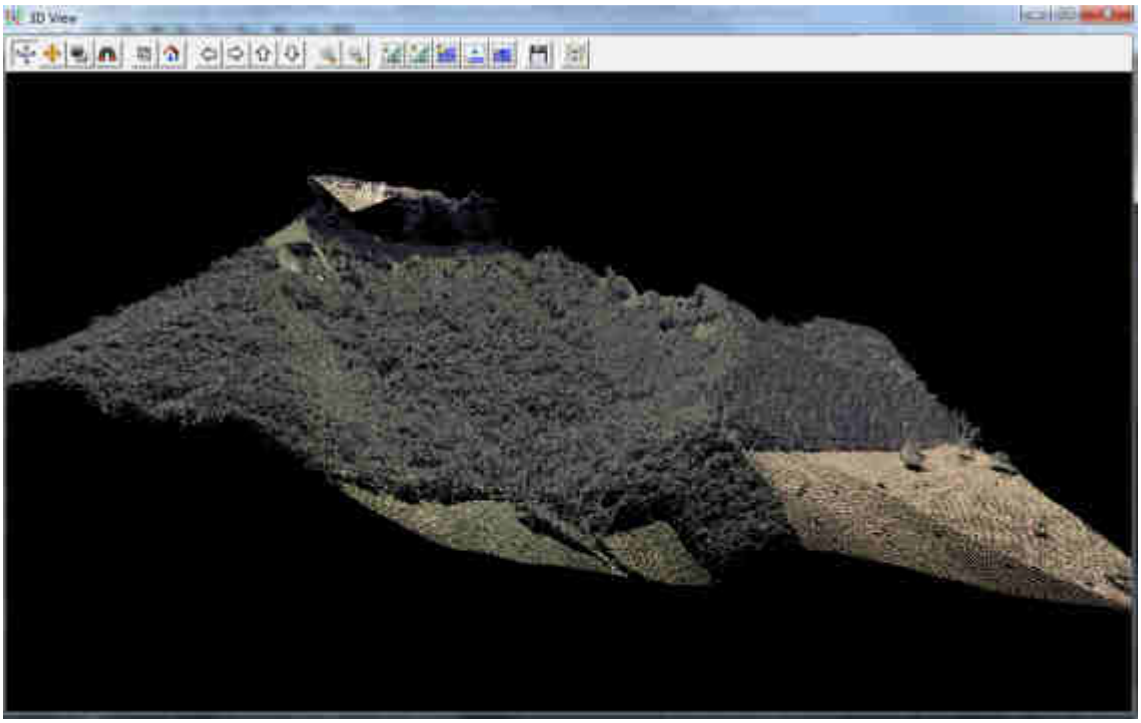
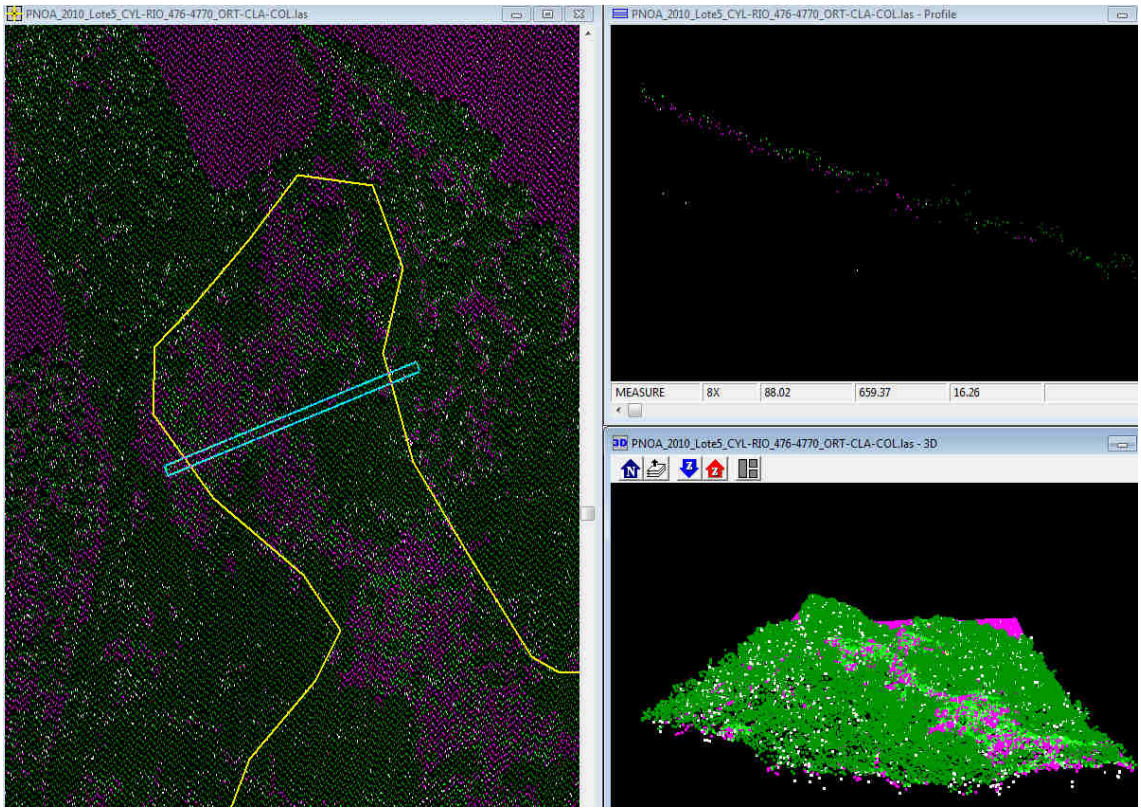


Figura 2.4.12. Imagen en tres dimensiones del área donde se detectó la incoherencia de los datos de alturas obtenidos a partir de información lidar. Se ha obtenido a partir de los datos brutos proporcionados por el PNOA, visualizados por composición de colores (rojo, verde y azul) y coloreados a partir de las ortofotografías del PNOA. Se observa cómo, en efecto, se trata de una zona boscosa. También se aprecia su topografía, que es peculiar dentro de los montes de la Peña: es una depresión dentro de la ladera, que en general es mucho más uniforme.



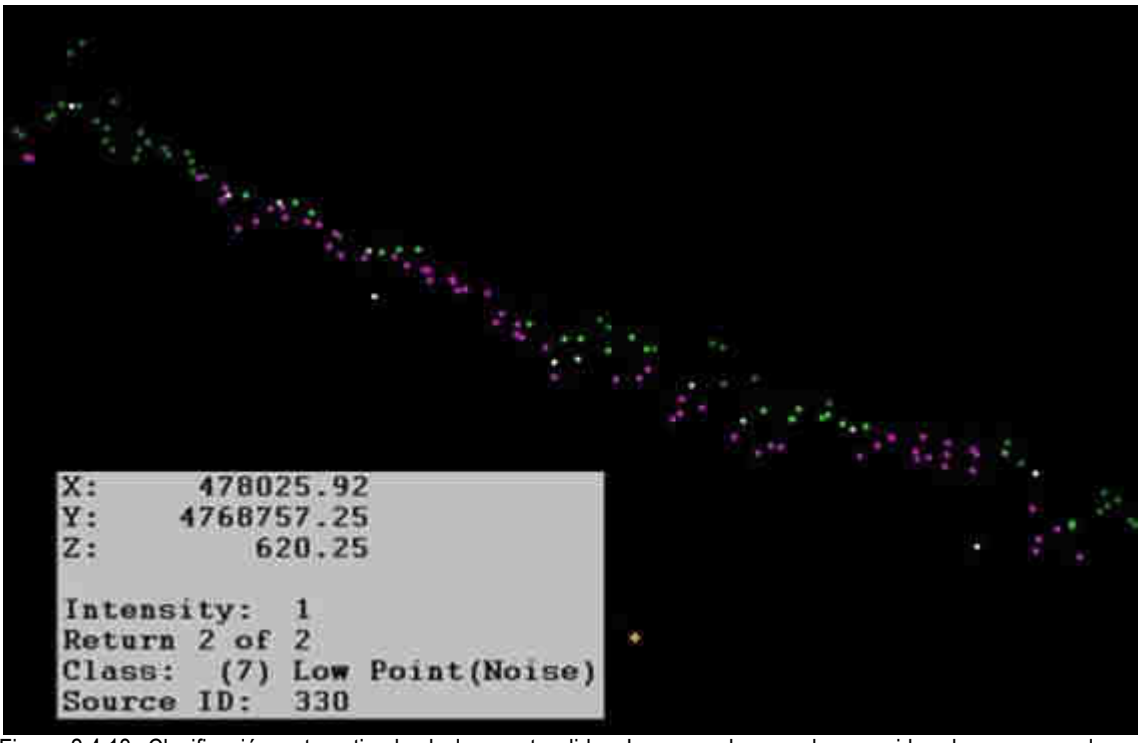


Figura 2.4.13. Clasificación automatizada de los puntos lidar. Los morados son los considerados como suelo, y los verdes como vegetación. Se observa cómo, en la problemática vaguada, a pesar de que los puntos son en su mayor parte rebotes en las copas de las hayas, el modelo empleado los ha tomado como suelo. El corte efectuado en planta se muestra en dos imágenes de perfil, a dos escalas; en la de detalle se aprecia cómo los dos únicos puntos de suelo en todo el hayedo (por debajo de la mayoría, en blanco intenso) son rechazados, porque el programa los considera ruido. Se incluye también una representación en tres dimensiones, en la que se aprecia la concentración de puntos morados en la vaguada poblada de un denso hayedo.

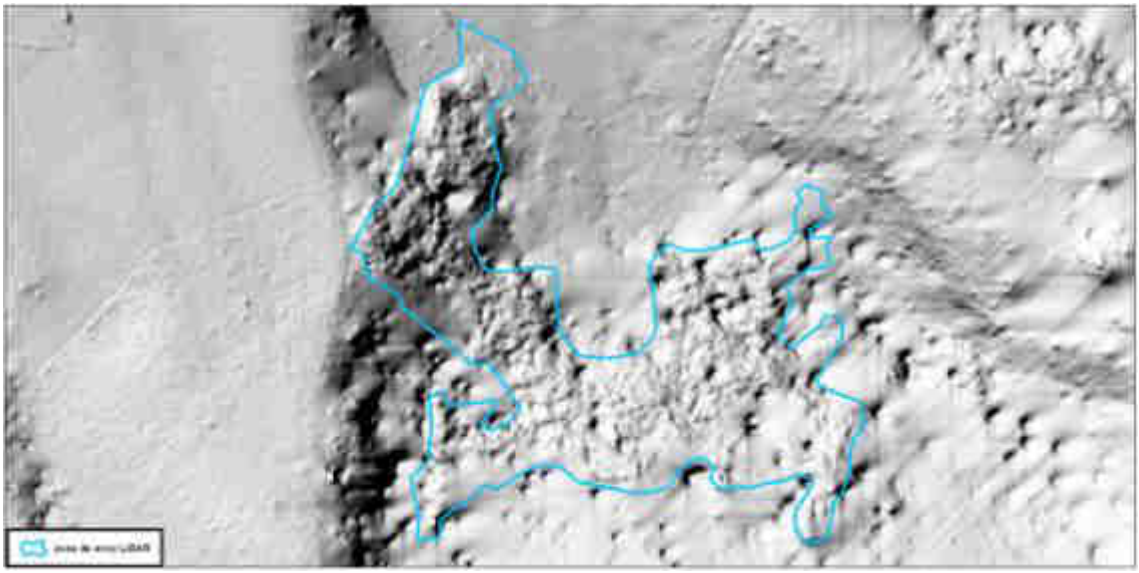


Figura 2.4.14. En el sombreado se observa cómo el área de relieve extraño se extiende más allá de los límites identificados como problemáticos. Al oeste de esa zona la representación topografica es mucho más precisa: incluso se aprecian las terrazas de una repoblación.

En principio, el procedimiento seguido para el cálculo de volúmenes se podría aplicar a la otra variable dasométrica de la máxima relevancia para la gestión forestal: el crecimiento. No obstante, las pruebas efectuadas en este sentido arrojan resultados que requieren de estudios más profundos, y se ha preferido prescindir aquí de exponerlos porque eran contradictorios con otros datos de los que se disponía.

Los modelos existentes de estimación de crecimientos a partir de información lidar, cuando no se dispone de datos de varios vuelos, se construyen por las empresas de servicios forestales siguiendo la misma mecánica expuesta para los volúmenes. Es decir, relacionando los datos lidar en un lugar concreto con crecimientos medidos en ese mismo sitio. Sin embargo, esta forma de trabajar, que da buenos resultados para la estimación de volúmenes, no es tan fiable con los crecimientos, por una serie de motivos:

- Los datos de crecimiento procedentes del inventario forestal nacional no están exentos de errores. Al menos en parte parecen derivar de una insuficiente adecuación de las regresiones empleadas.
- El lidar evalúa rebotes los impulsos laser al chocar contra objetos, por lo que es muy adecuado para estimar formas y volúmenes, pero no mide en modo alguno el crecimiento, que siempre se tiene que estimar por otros medios no directamente relacionados.
- El patrón de desarrollo de un árbol está más condicionado por su genética (figura... modelos de crecimiento) que el crecimiento, mucho más influido por la calidad de estación y en general las condiciones de desarrollo. Cuando se exporta de una zona a otra un modelo generado mediante parcelas de una especie en varias ubicaciones, el resultado debe ser mejor en cuanto al volumen, más ligado a la especie, que para el crecimiento, que depende más del lugar concreto.

La forma de solucionar estos problemas es mediante el establecimiento de parcelas de contraste en la zona de estudio. Pero son costosas y se ha preferido no realizarlas en este momento: se piensa que no tiene mucha lógica efectuar un esfuerzo en el cálculo de una variable para la que en breve habrá mucha más información: ya está previsto un vuelo lidar para finales de 2015 o principios de 2016 para la comarca de Losa, dentro de un proyecto de revisión de ordenaciones forestales; se estima que con la información generada a partir de ese vuelo se obtengan datos adecuados para una precisa estimación de crecimientos, por supuesto en Losa pero también en la limítrofe Mena.

En Mena existiría ya una opción para estimar crecimientos a partir de la comparación de datos de diferentes vuelos lidar, debido a que en los efectuados para el País Vasco siempre existe una zona que excede los límites territoriales de esa comunidad autónoma. En las zonas de solape existen vuelos para tres años: 2008, 2010 y 2012. Aunque las zonas de solape de vuelos dejan fuera buena parte del Valle de Mena, si los resultados de la comparación de vuelos lidar hubiesen sido precisos (lo que se habría comprobado en el campo), habría existido la opción de extender los valores obtenidos al resto de Mena, asumiendo un cierto margen de error.

Desgraciadamente, el trabajo efectuado en esas zonas de solape de vuelos no ha sido fructífero (Figura 2.4.15). Los datos obtenidos arrojan valores poco plausibles, tanto por exceso como por defecto: en ese periodo no ha acaecido evento alguno en la zona que justificase los descensos de altura mostrados; y tampoco es creíble que haya zonas del robledal que hayan crecido metro y medio cada año. La integración de todos los valores mostrados arroja una cifra razonable (1,43 m para el conjunto del periodo), por lo que una posible explicación es que la precisión espacial de uno o de los dos vuelos comparados (2008 y 2012) no sea la adecuada. Una comparación semejante se ha efectuado entre los vuelos de los años 2010 y 2012, para los que el área de solape es mayor, pero el periodo de crecimiento menor; los resultados han sido similares, es decir, imprecisos al menos a esta escala de tamaño de píxel.

Como consecuencia de estos imprecisos resultados se ha decidido no seguir procesándolos, por mucho que su agrupación en estratos quizá corrigiese las deficiencias de origen..., o al menos las ocultase.

Por otra parte, con el profundo cambio de condiciones ecológicas, la variable crecimiento volumétrico y su relación con la clases de tamaño de los árboles, con gran probabilidad, han experimentado una radical mutación desde 1957, que convierte en irreal cualquier traslado de las cifras actuales a las pasadas: el crecimiento actual se obtendrá en breve por comparación diacrónica de información lidar y el pasado es elusivo, al menos con la metodología aquí adoptada. Con estudios dendrocronológicos sí se podrían obtener datos fiables del crecimiento pasado, pero su complejidad no se justificaría por los objetivos perseguidos en esta tesis doctoral.

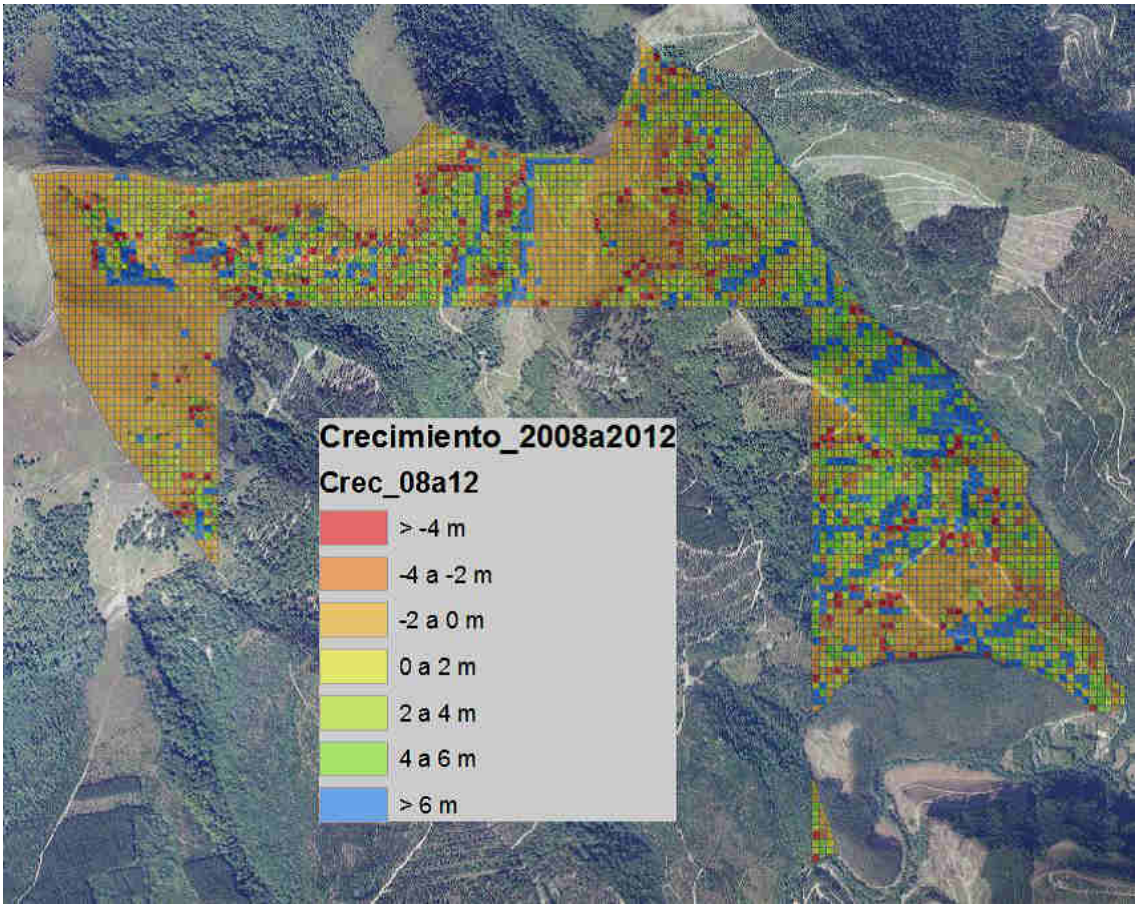


Figura 2.4.16. Crecimientos en la altura de la vegetación experimentados entre los años 2008 y 2012, obtenidos por comparación de dos vuelos lidar. Como se trata de vuelos vascos, la parte en que se solapan dentro del Valle de Mena es relativamente reducida. Aquí se ha escogido una zona de solape en el extremo oriental de los montes de Ordunte: la que afecta al monte de utilidad pública 540. Cada píxel representa una cuadrícula de 25 x 25 m.

2.5. EL VALLE DE MENA EN 1957

En este apartado se van a sintetizar, fundamentalmente a través de mapas, las siguientes características de los montes meneses:

- Composición específica, reflejada a través de los tipos de masa agrupados
- Cubierta arbórea
- Tamaño del arbolado
- Existencias de madera

2.5.1. Tipos de masa agrupados

En 1957, los montes meneses, en cuanto a la composición específica de la vegetación recuerdan vagamente a los actuales, con la salvedad de que apenas están representadas las coníferas (Figura 2.5.1).

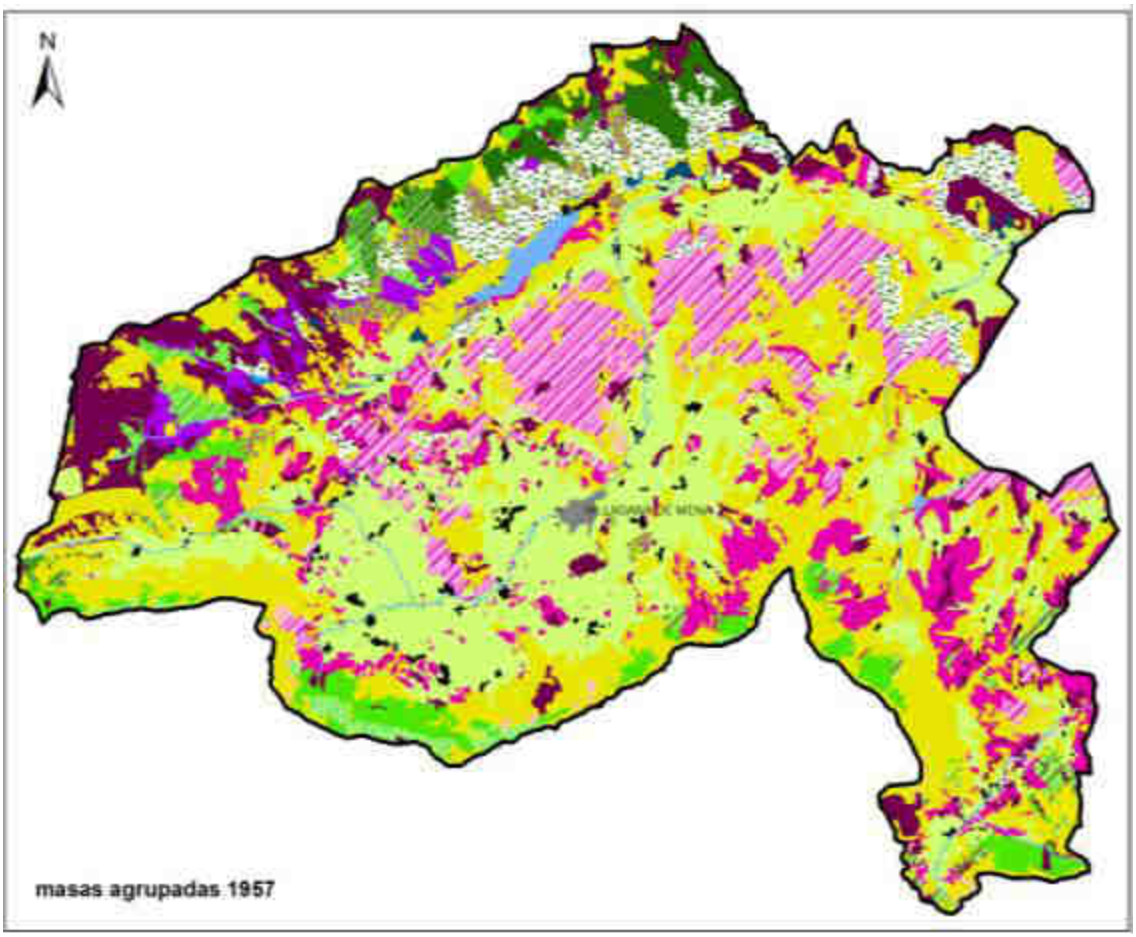


Figura 2.5.1. Tipos de masa agrupados en 1957. Más abajo figura la leyenda.

2.5.2. Clases de tamaño

En la figura aparece el reparto territorial de las clases de tamaño en el arbolado. Se observa cómo los fustales se concentran en los montes de Ordunte.

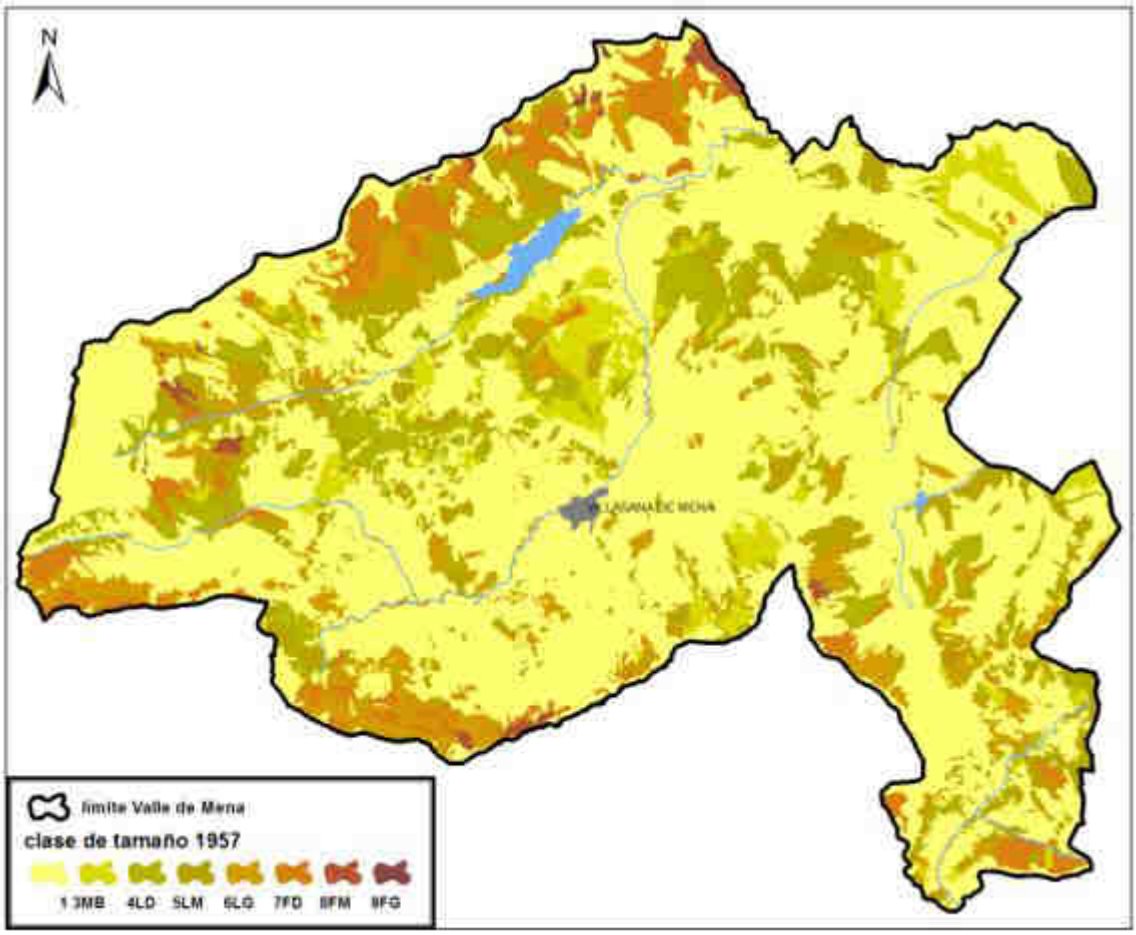


Figura 2.5.2. Distribución de las clases de tamaño en el arbolado, en 1957.

2.5.3. Cubierta arbórea

En 1957 pocos bosques tenían espesura completa. Predominaban los terrenos desarbolados, con arbolado claro y los bosques abiertos (Figura 2.5.3).

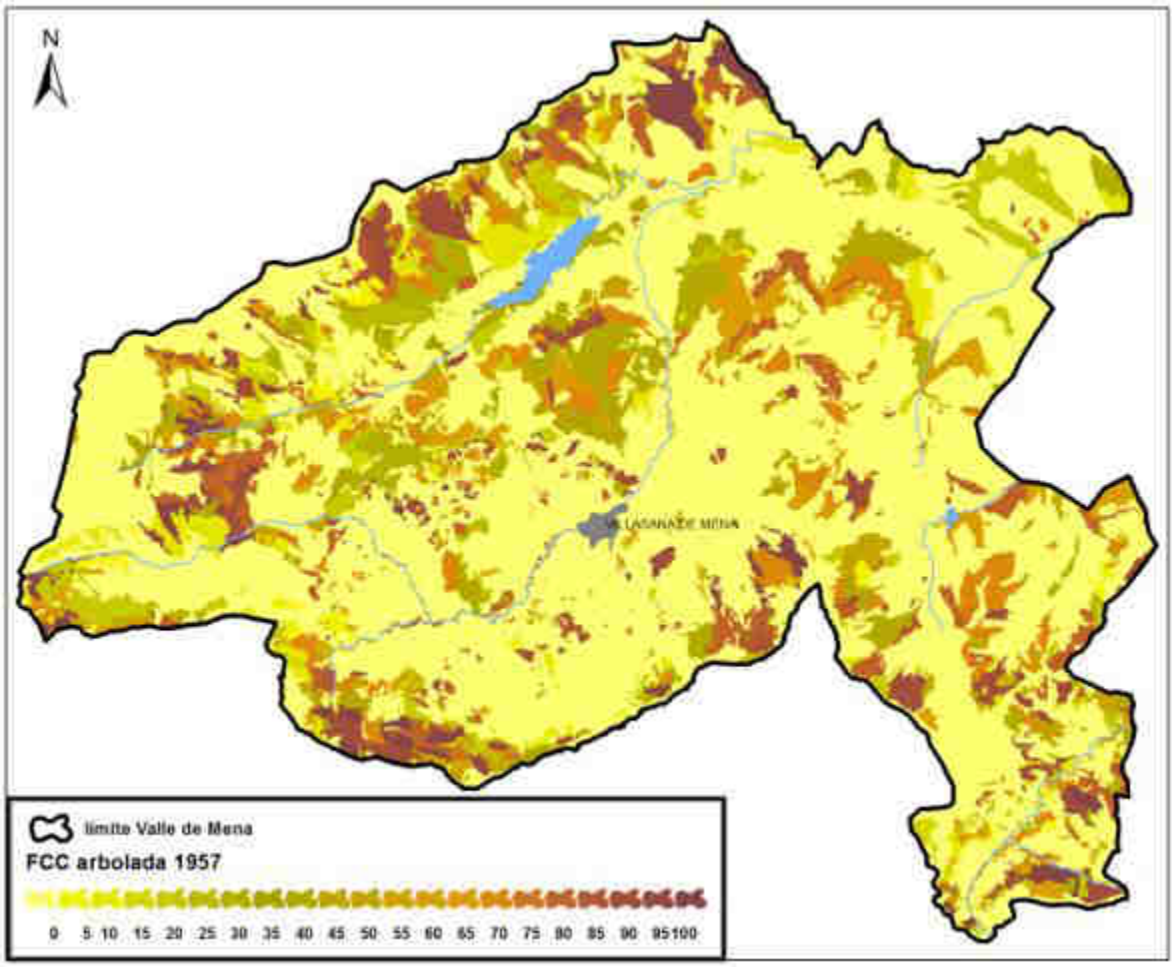


Figura 2.5.3. Cubierta arbolada en 1957.

2.5.4. Existencias

En 1957 el volumen de madera se concentraba en los montes de Ordunte (Figura 2.5.4). En la Tabla 2.12 se recoge el reparto superficial de los volúmenes, según agrupaciones de tipos de masa.

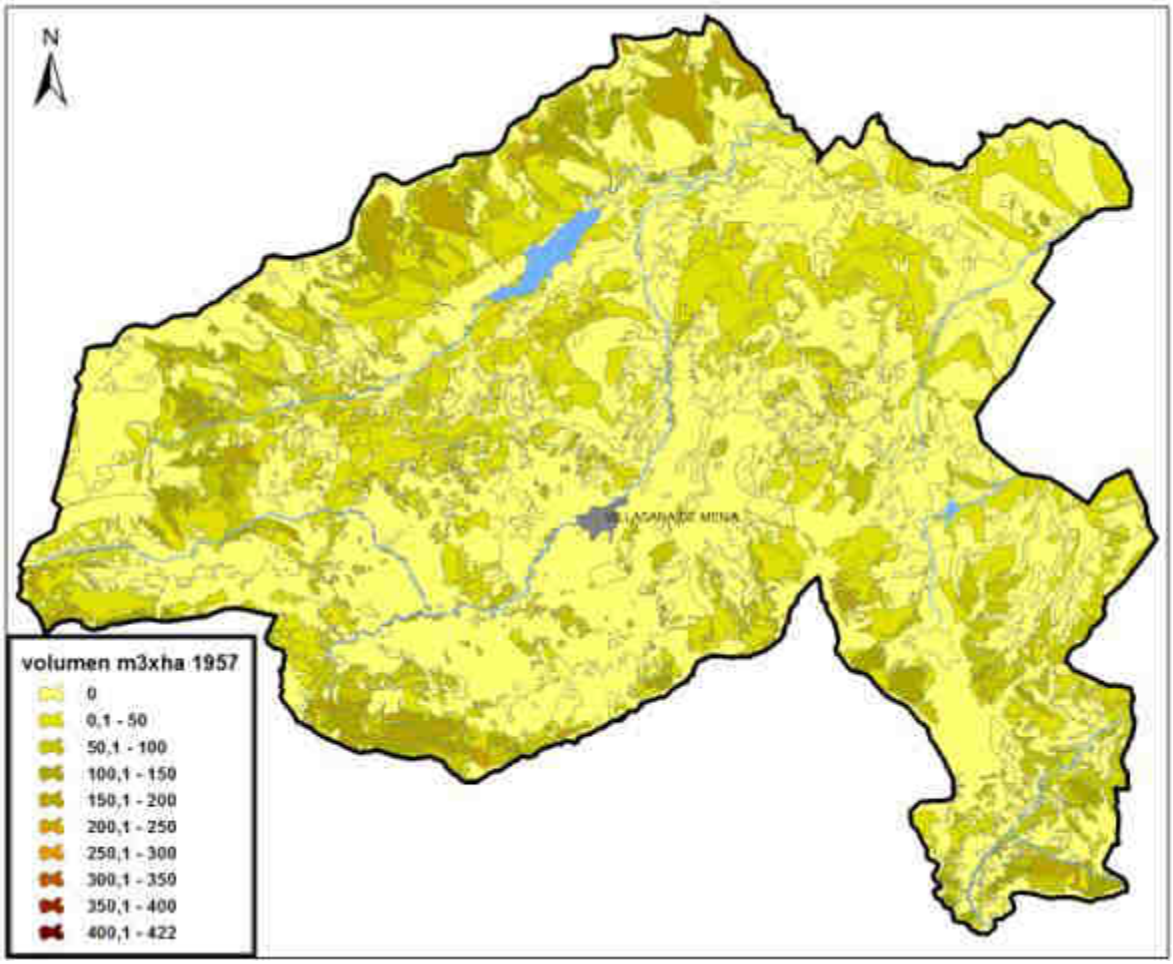


Figura 2.5.4. Existencias en 1957.

Tabla 2.12. Superficie y existencias por agrupación de tipos de masa, en 1957. Se incluyen porcentajes y el volumen medio por hectárea.

agrupación de tipos de masa	superficie (ha)	% sup	volumen total (m^3)	% vol	vol. medio (m^3/ha)
bosque mixto frondosas	291,2	1,11%	28.081,8	5,83%	96,4
brezal-tojal	1.145,0	4,35%	830,3	0,17%	0,7
encinar	165,7	0,63%	983,6	0,20%	5,9
encinar-quejigar	618,3	2,35%	7.330,5	1,52%	11,9
enebral	277,0	1,05%	1.007,4	0,21%	3,6
hayedo	819,2	3,12%	92.797,9	19,25%	113,3
hayedo-quejigar	121,4	0,46%	12.517,0	2,60%	103,1
hayedo-rebollar	181,1	0,69%	14.263,8	2,96%	78,8
hayedo-robledal	18,9	0,07%	3.382,0	0,70%	179,3
infraestructuras	409,8	1,56%	0,0	0,00%	0,0
madroñal	1.339,7	5,09%	9.662,3	2,00%	7,2
otras frondosas	0,7	0,00%	11,2	0,00%	15,7
otros matorrales	908,1	3,45%	2.929,4	0,61%	3,2
pastizal	8.252,0	31,38%	11.243,2	2,33%	1,4
pinar radiata	63,0	0,24%	6.607,5	1,37%	104,9
pinar radiata-rebollar	7,4	0,03%	1.019,8	0,21%	138,4
prado/cultivo	6.175,6	23,48%	0,0	0,00%	0,0
quejigar	2.021,1	7,69%	96.203,8	19,96%	47,6
quejigar-encinar	1.594,3	6,06%	33.163,6	6,88%	20,8
quejigar-hayedo	180,7	0,69%	15.303,3	3,17%	84,7
quejigar-rebollar	47,4	0,18%	3.002,6	0,62%	63,4
quejigar-robledal	3,4	0,01%	162,0	0,03%	47,2
rebollar	380,5	1,45%	14.056,6	2,92%	36,9
rebollar-hayedo	78,5	0,30%	10.032,8	2,08%	127,9
rebollar-quejigar	26,2	0,10%	1.190,9	0,25%	45,5
rebollar-robledal	115,1	0,44%	4.330,3	0,90%	37,6
robledal	493,3	1,88%	65.678,0	13,62%	133,1
robledal-encinar	1,9	0,01%	69,6	0,01%	37,0
robledal-hayedo	190,2	0,72%	29.576,7	6,14%	155,5
robledal-quejigar	29,3	0,11%	1.676,9	0,35%	57,3
robledal-rebollar	187,3	0,71%	14.949,0	3,10%	79,8
zonas erosionadas	154,3	0,59%	20,5	0,00%	0,1
TOTAL	**26.297,4**	**100,0%**	**482.084,3**	**100,0%**	**18,3**

2.6. EL VALLE DE MENA EN 2015

La descripción de la vegetación actual se va a realizar de forma idéntica a la efectuada para 1957. En este apartado se presentan para 2015 los mismos mapas elaborados para 1957. El cambio respecto a ellos es muy expresivo para los tres factores analizados. Posteriormente se detallarán e interpretarán las variaciones: aquí simplemente se consigna la nueva situación.

2.6.1. Tipos de masa agrupados

En la Figura 2.5.1 se representan los tipos de masa agrupados, para los montes actuales. En los bosques, muy abundantes, se aprecia la gran diversidad existente, sin predominio de ningún tipo en particular.

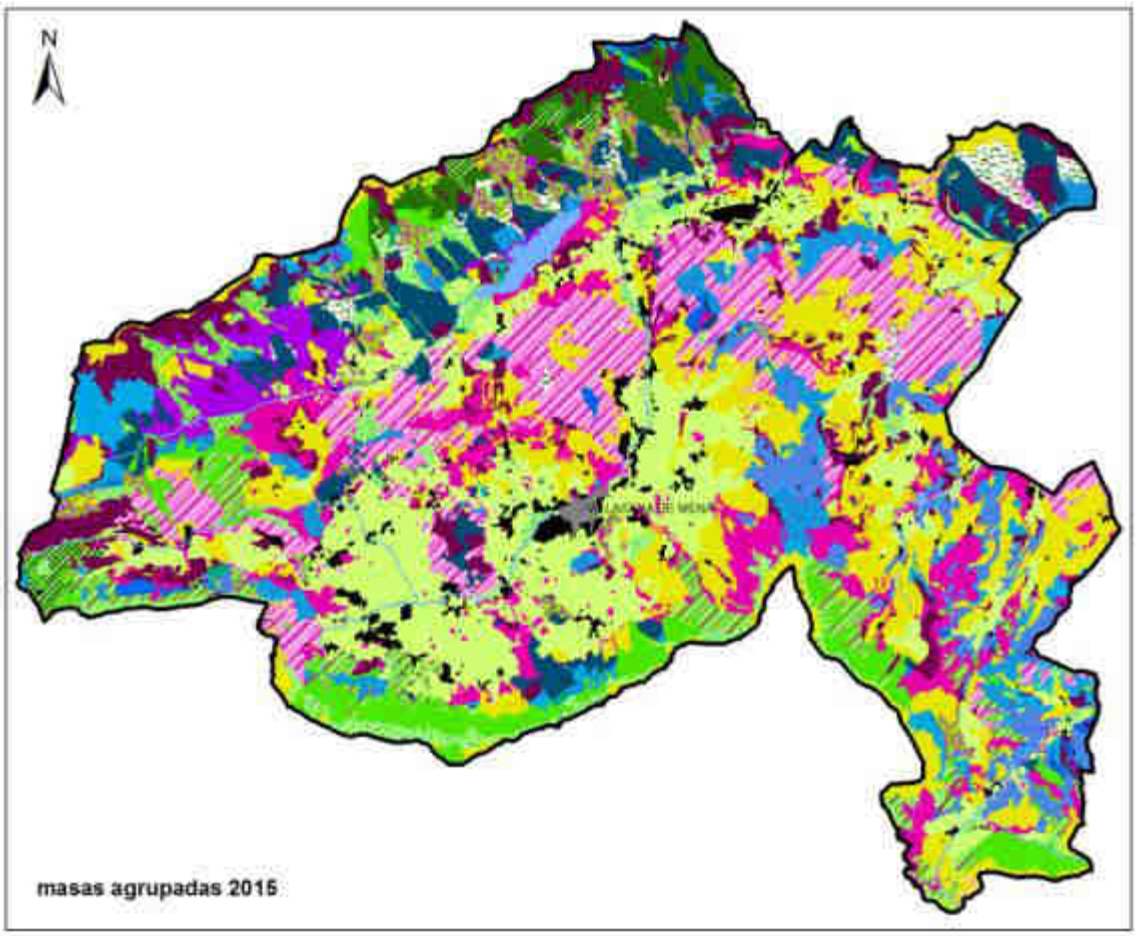


Figura 2.6.1. Tipos de masa agrupados en 2015. Más abajo figura la leyenda.

2.6.2. Clases de tamaño

Hoy en día, los pies más grandes se concentran en la periferia montañosa de Mena (Figura 2.6.2).

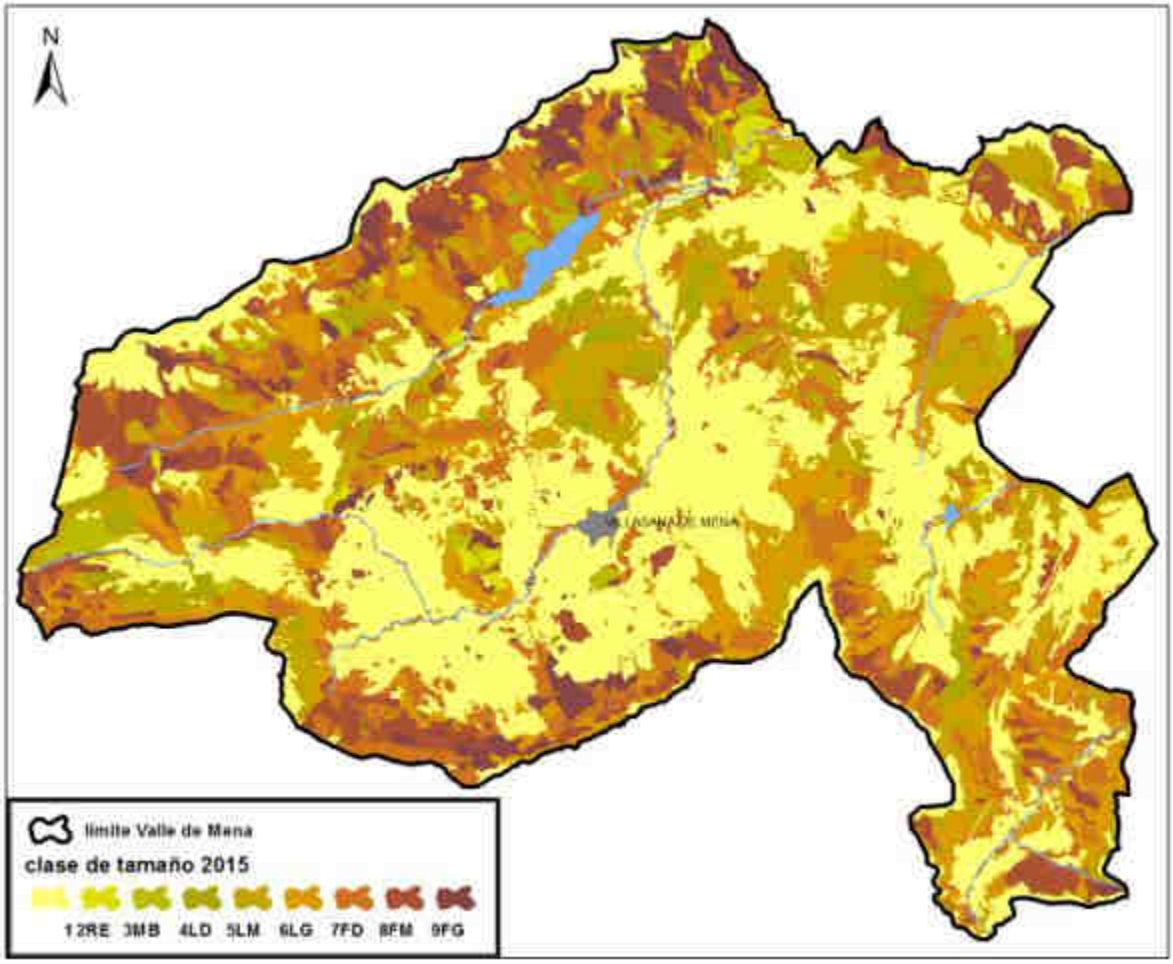


Figura 2.6.2. Clases de tamaño en el arbolado, en 2015.

2.6.3. Cubierta arbórea

En la actualidad, predominan en Mena los bosques densos (Figura 2.6.3).

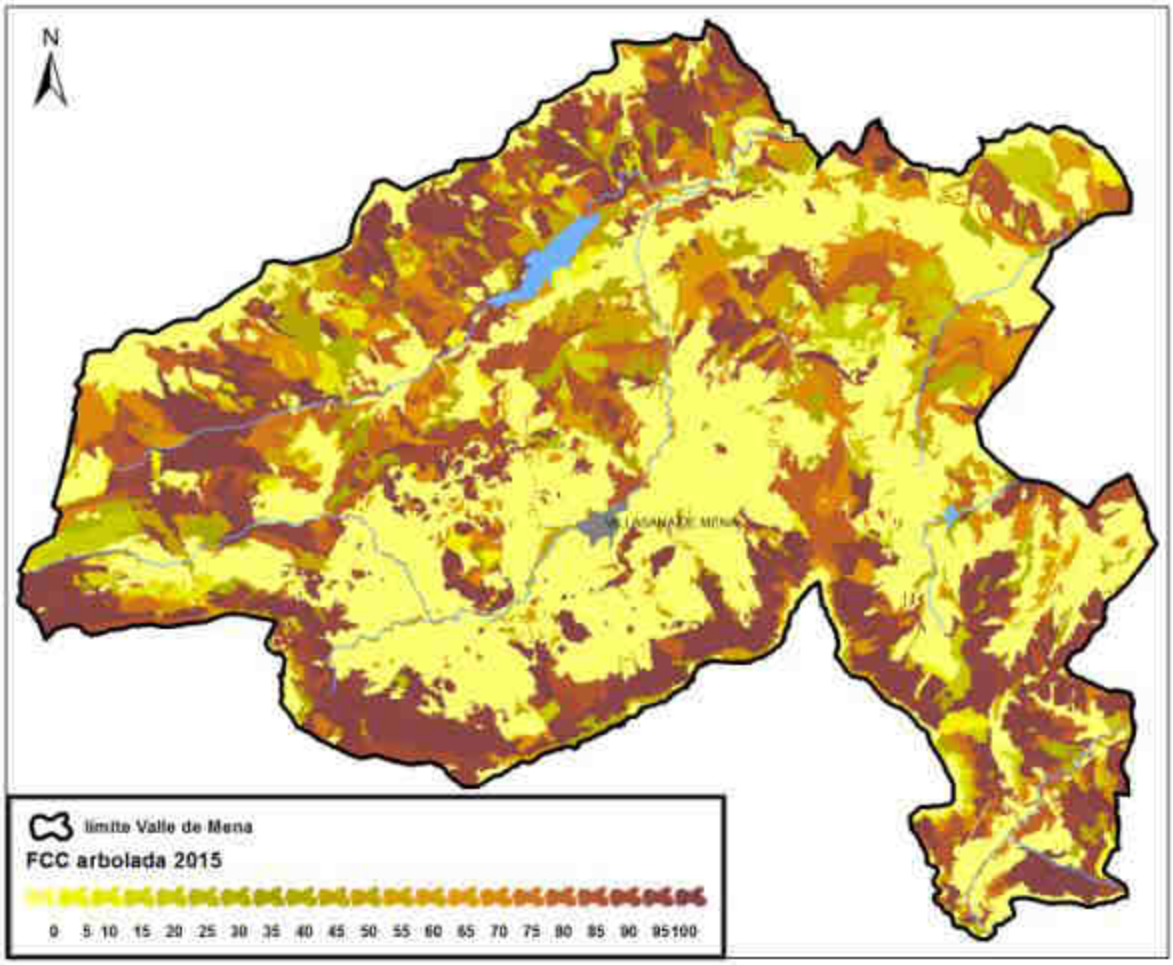


Figura 2.6.3. Distribución de la cubierta arbórea en 2015.

2.6.4. Existencias

Tal y como se ha efectuado para 1957, se presenta un mapa de la distribución de volúmenes de madera en 2015 (Figura 2.6.4). Para 2015 el cálculo de volúmenes es mucho más preciso, por lo que se ha recogido por tipos de masa, y no por sus agrupaciones, como en 1957 (Tabla 2.13).

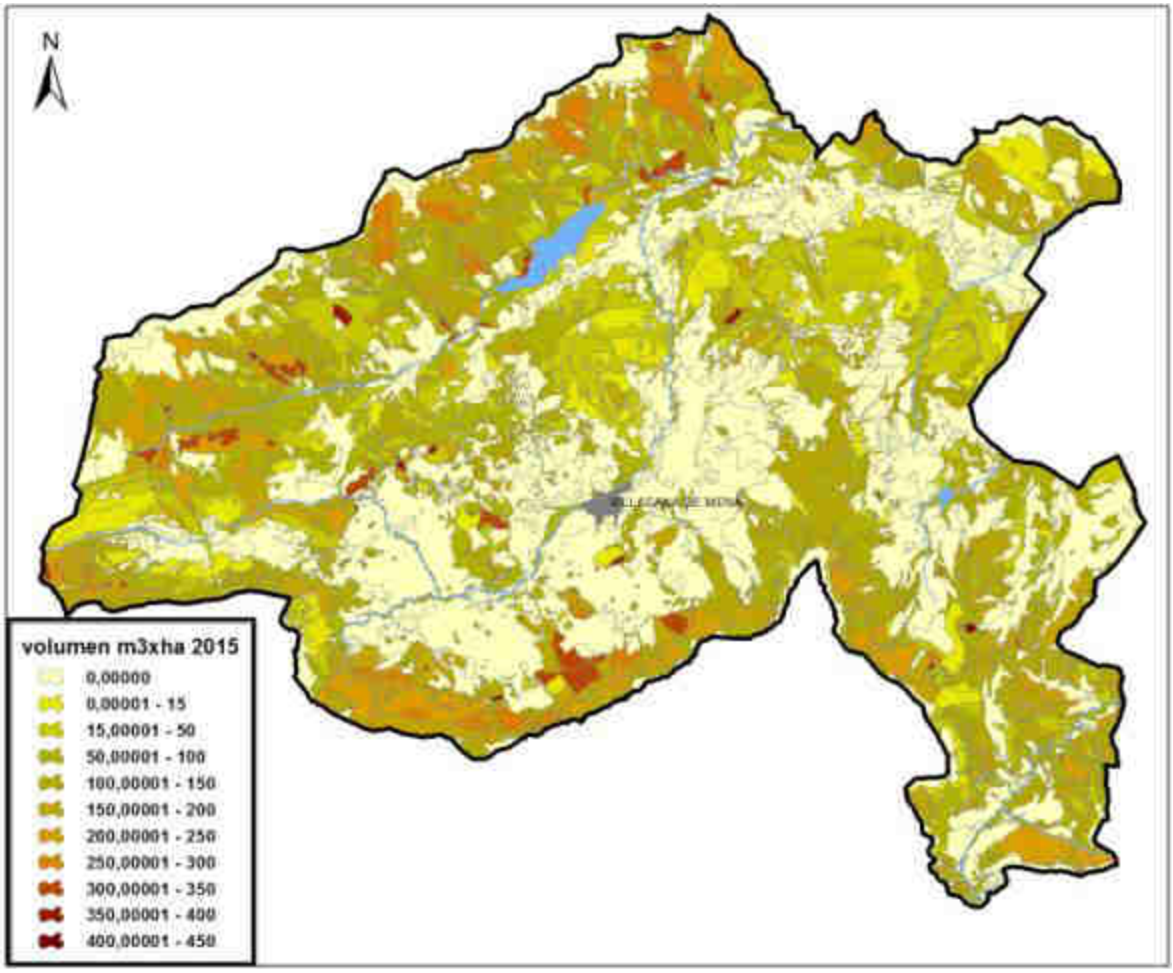


Figura 2.6.4. Volúmenes de madera en 2015.

Tabla 2.13. Superficies y existencias de cada tipo de masa.

tipo de masa	superficie (ha)	% sup	volumen total (m^3)	% vol.	volumen medio (m^3/ha)
bosque conífera-frondosa	243,4	0,93%	35.219,2	2,11%	144,7
bosque frondosa-conífera	160,3	0,61%	16.370,7	0,98%	102,2
bosque mixto coníferas	20,0	0,08%	2.975,2	0,18%	149,0
bosque mixto frondosas	1.041,0	3,96%	107.826,8	6,45%	103,6
brezal-tojal	789,5	3,00%	1.503,7	0,09%	1,9
encinar	265,5	1,01%	4.065,8	0,24%	15,3
encinar-quejigar	934,8	3,55%	31.937,7	1,91%	34,2
encinar-robledal	14,7	0,06%	1.222,3	0,07%	83,4
enebral	284,7	1,08%	2.069,9	0,12%	7,3
hayedo	1.086,0	4,13%	250.691,4	15,01%	230,8
hayedo-otros pinares	3,0	0,01%	115,5	0,01%	38,6
hayedo-quejigar	290,6	1,10%	42.768,9	2,56%	147,2
hayedo-rebollar	138,8	0,53%	26.101,8	1,56%	188,0
hayedo-robledal	129,3	0,49%	27.944,2	1,67%	216,2
infraestructuras	825,3	3,14%	0,0	0,00%	0,0
madroñal	319,8	1,22%	5.812,7	0,35%	18,2
otras coníferas	9,5	0,04%	2.907,0	0,17%	307,4
otras frondosas	28,5	0,11%	3.476,4	0,21%	122,1
otras frondosas-otras frondosas	0,4	0,00%	11,7	0,00%	28,8
otras frondosas-pinar radiata	1,5	0,01%	16,5	0,00%	10,9
otras frondosas-quejigar	2,4	0,01%	392,7	0,02%	161,8
otros matorrales	910,3	3,46%	3.414,6	0,20%	3,8
otros pinares	44,2	0,17%	3.643,4	0,22%	82,3
otros pinares-hayedo	26,5	0,10%	4.371,1	0,26%	165,1
otros pinares-pinar silvestre	25,7	0,10%	1.536,9	0,09%	59,9
otros pinares-quejigar	251,2	0,96%	17.628,4	1,06%	70,2
otros pinares-rebollar	22,3	0,08%	2.894,1	0,17%	129,7
pastizal	4.406,5	16,76%	7.811,7	0,47%	1,8
pinar radiata	1.593,1	6,06%	273.253,7	16,36%	171,5
pinar radiata-encinar	20,2	0,08%	874,1	0,05%	43,2
pinar radiata-hayedo	38,5	0,15%	11.898,8	0,71%	309,2
pinar radiata-otras coníferas	12,6	0,05%	200,2	0,01%	15,9
pinar radiata-otras frondosas	34,2	0,13%	5.003,8	0,30%	146,5
pinar radiata-pinar silvestre	32,2	0,12%	5.697,6	0,34%	176,9
pinar radiata-quejigar	84,6	0,32%	11.609,0	0,69%	137,2
pinar radiata-rebollar	36,4	0,14%	1.418,4	0,08%	39,0
pinar silvestre	529,2	2,01%	82.622,0	4,95%	156,1
pinar silvestre-hayedo	2,3	0,01%	597,8	0,04%	262,5
pinar silvestre-otras coníferas	1,2	0,00%	29,1	0,00%	24,5
pinar silvestre-otros pinares	8,2	0,03%	325,1	0,02%	39,7
pinar silvestre-pinar radiata	8,0	0,03%	1.328,1	0,08%	165,9
pinar silvestre-quejigar	643,0	2,44%	61.079,5	3,66%	95,0
pinar silvestre-rebollar	3,4	0,01%	123,8	0,01%	36,5
prado/cultivo	4.396,4	16,72%	138,5	0,01%	0,0
quejigar	2.071,9	7,88%	172.605,9	10,33%	83,3
quejigar-encinar	1.570,8	5,97%	59.808,7	3,58%	38,1
quejigar-hayedo	573,0	2,18%	75.582,3	4,52%	131,9
quejigar-otras frondosas	14,1	0,05%	1.044,0	0,06%	74,0
quejigar-pinar radiata	20,0	0,08%	2.401,4	0,14%	119,9
quejigar-pinar silvestre	285,1	1,08%	34.958,7	2,09%	122,6
quejigar-rebollar	143,5	0,55%	12.718,9	0,76%	88,6
quejigar-robledal	24,3	0,09%	3.265,2	0,20%	134,2
rebollar	553,9	2,11%	53.783,6	3,22%	97,1
rebollar-encinar	5,3	0,02%	86,6	0,01%	16,3
rebollar-hayedo	105,6	0,40%	12.671,4	0,76%	120,0
rebollar-otras frondosas	5,3	0,02%	288,5	0,02%	54,5
rebollar-pinar radiata	13,0	0,05%	1.364,8	0,08%	104,6
rebollar-quejigar	107,0	0,41%	7.230,0	0,43%	67,6
rebollar-robledal	98,9	0,38%	7.521,7	0,45%	76,1
robledal	483,8	1,84%	101.782,6	6,09%	210,4
robledal-encinar	39,2	0,15%	1.456,2	0,09%	37,2
robledal-hayedo	97,3	0,37%	17.616,0	1,05%	181,1
robledal-otras frondosas	33,2	0,13%	1.966,2	0,12%	59,2
robledal-pinar radiata	18,2	0,07%	1.841,3	0,11%	101,4
robledal-quejigar	1,6	0,01%	81,6	0,00%	49,9
robledal-rebollar	291,3	1,11%	39.666,8	2,37%	136,2
zonas erosionadas	22,2	0,08%	36,7	0,00%	1,7
TOTAL	**26.297,4**	**100,00%**	**1.670.709,1**	**100,00%**	**63,5**

2.7. CAMBIOS OCURRIDOS ENTRE 1957 Y 2015

En este apartado se va a comparar la vegetación menesa de 1957 con la actual. Para ello se han cruzado en ArcMap las 1.796 teselas delimitadas para el año 1957 con las 2.213 correspondientes a 2015. El resultado ha sido la generación de 9.264 recintos, que en general se han clasificado de forma automática, aunque con algunas excepciones que se comentarán posteriormente.

2.7.1. Cambios en la composición específica

Entre los años 1957 y 2015 se producen muchos cambios relevantes en la composición específica y en las formaciones fisonómicas (Tabla 2.14):

- Se ha duplicado la superficie de infraestructuras
- Ha bajado a la mitad la superficie de pastizal
- Ha bajado un tercio la superficie de prados y cultivos. Además, hoy día son casi exclusivamente prados
- Radical descenso de la superficie de madroñal, que se ha quedado en poco más de una quinta parte
- Descenso del brezal-tojal y mantenimiento de los tipos de matorral minoritarios
- Extensión de los bosques de coníferas, cuya presencia en 1957 era testimonial: se reducía a unas pocas repoblaciones de *Pinus radiata* y a ejemplares y bosquetes dispersos de pino silvestre, que no llegaban a constituir rodales y por eso no aparecen contabilizados en la tabla (la superficie mínima de representación cartográfica se estableció con carácter general en 1 ha). La extensión se ha producido tanto de forma espontánea como por repoblación, con predominio de esta última
- Mantenimiento de los quejigares y expansión de los encinares y rebollares
- Mantenimiento, o incluso ligera contracción, de los robledales, y extensión de los hayedos
- Existen muchos más tipos de masa, sobre todo debido a que en 1957 las coníferas tenían una representación sumamente reducida

Tabla 2.14. Variación de la superficie de tipos de masa entre 1957 y 2015.

Grado sucesional	Tipo de Masa	Hectáreas 1957	% del total 1957	Hectáreas 2015	% del total 2015	BALANCE SUCESIONAL 2015-1956
1	infraestructuras	409,8	1,6%	825,3	3,1%	415,5
2	zonas erosionadas	154,3	0,6%	22,2	0,1%	-132,2
3	prado/cultivo	6.175,6	23,5%	4.396,5	16,7%	-1.779,1
4	pastizal	8.251,9	31,4%	4.406,4	16,8%	-3.845,5
5	brezal-tojal	1.145,0	4,4%	789,5	3,0%	-355,5
6	otros matorrales	908,1	3,5%	910,3	3,5%	2,2
7	enebral	277,0	1,1%	284,7	1,1%	7,6
8	madroñal	1.339,7	5,1%	319,8	1,2%	-1.019,9
9	pinar silvestre	-	0,0%	529,2	2,0%	529,2
10	pinar silvestre-otros pinares	-	0,0%	8,2	0,0%	8,2
11	otros pinares-pinar silvestre	-	0,0%	25,7	0,1%	25,7
12	otros pinares	-	0,0%	44,3	0,2%	44,3
13	pinar silvestre-pinar radiata	-	0,0%	8,0	0,0%	8,0
14	pinar radiata-pinar silvestre	-	0,0%	32,2	0,1%	32,2
15	pinar radiata	63,0	0,2%	1.593,1	6,1%	1.530,1
16	bosque mixto coníferas	-	0,0%	20,0	0,1%	20,0
17	pinar radiata-encinar	-	0,0%	20,2	0,1%	20,2
18	pinar silvestre-quejigar	-	0,0%	643,0	2,4%	643,0
19	otros pinares-quejigar	-	0,0%	251,2	1,0%	251,2
20	pinar silvestre-rebollar	-	0,0%	3,4	0,0%	3,4
21	otros pinares-rebollar	-	0,0%	22,3	0,1%	22,3
22	pinar radiata-quejigar	-	0,0%	84,6	0,3%	84,6
23	pinar radiata-rebollar	7,4	0,0%	36,4	0,1%	29,0
24	pinar silvestre-otras coníferas	-	0,0%	1,2	0,0%	1,2
25	pinar radiata-otras coníferas	-	0,0%	12,6	0,0%	12,6
26	pinar radiata-otras frondosas	-	0,0%	34,2	0,1%	34,2
27	bosque conífera-frondosa	-	0,0%	243,4	0,9%	243,4
28	pinar silvestre-hayedo	-	0,0%	2,3	0,0%	2,3
29	otros pinares-hayedo	-	0,0%	26,5	0,1%	26,5
30	pinar radiata-hayedo	-	0,0%	38,5	0,1%	38,5
31	encinar	165,7	0,6%	265,5	1,0%	99,8
32	encinar-quejigar	618,3	2,4%	934,8	3,6%	316,5
33	encinar-robledal	-	0,0%	14,7	0,1%	14,7
34	quejigar-pinar silvestre	-	0,0%	285,1	1,1%	285,1
35	quejigar-pinar radiata	-	0,0%	20,0	0,1%	20,0
36	rebollar-pinar radiata	-	0,0%	13,1	0,0%	13,1
37	quejigar-encinar	1.594,3	6,1%	1.570,9	6,0%	-23,5
38	rebollar-encinar	-	0,0%	5,3	0,0%	5,3
39	bosque frondosa-conífera	-	0,0%	160,3	0,6%	160,3
40	quejigar	2.021,2	7,7%	2.071,9	7,9%	50,8
41	quejigar-rebollar	47,4	0,2%	143,5	0,5%	96,2
42	rebollar-quejigar	26,2	0,1%	107,0	0,4%	80,8
43	rebollar	380,5	1,4%	553,9	2,1%	173,4
44	quejigar-otras frondosas	-	0,0%	14,1	0,1%	14,1
45	quejigar-robledal	3,4	0,0%	24,3	0,1%	20,9
46	quejigar-hayedo	180,7	0,7%	573,0	2,2%	392,3
47	rebollar-otras frondosas	-	0,0%	5,3	0,0%	5,3
48	rebollar-robledal	115,1	0,4%	98,9	0,4%	-16,3
49	rebollar-hayedo	78,5	0,3%	105,6	0,4%	27,2
50	otras coníferas	-	0,0%	9,5	0,0%	9,5
51	otras frondosas-pinar radiata	-	0,0%	1,5	0,0%	1,5
52	otras frondosas-quejigar	-	0,0%	2,4	0,0%	2,4
53	otras frondosas-otras frondosas	-	0,0%	0,4	0,0%	0,4
54	otras frondosas	0,7	0,0%	28,5	0,1%	27,8
55	bosque mixto frondosas	291,2	1,1%	1.041,0	4,0%	749,7
56	robledal-pinar radiata	-	0,0%	18,2	0,1%	18,2
57	robledal-encinar	1,9	0,0%	39,2	0,1%	37,3
58	hayedo-otros pinares	-	0,0%	3,0	0,0%	3,0
59	robledal-quejigar	29,3	0,1%	1,6	0,0%	-27,7
60	robledal-rebollar	187,3	0,7%	291,3	1,1%	104,0
61	robledal-otras frondosas	-	0,0%	33,2	0,1%	33,2
62	hayedo-quejigar	121,4	0,5%	290,6	1,1%	169,2
63	hayedo-rebollar	181,1	0,7%	138,8	0,5%	-42,2
64	robledal	493,3	1,9%	483,8	1,8%	-9,5
65	robledal-hayedo	190,2	0,7%	97,3	0,4%	-93,0
66	hayedo-robledal	18,9	0,1%	129,3	0,5%	110,4
67	hayedo	819,2	3,1%	1.086,0	4,1%	266,8
	TOTAL	**26.297,4**	**100%**	**26.297,4**	**100%**	-0,0

2.7.2. Variaciones en las clases de tamaño

El tamaño de los árboles en Mena ha aumentado de forma generalizada entre 1957 y 2015 (Figura 2.7.1).

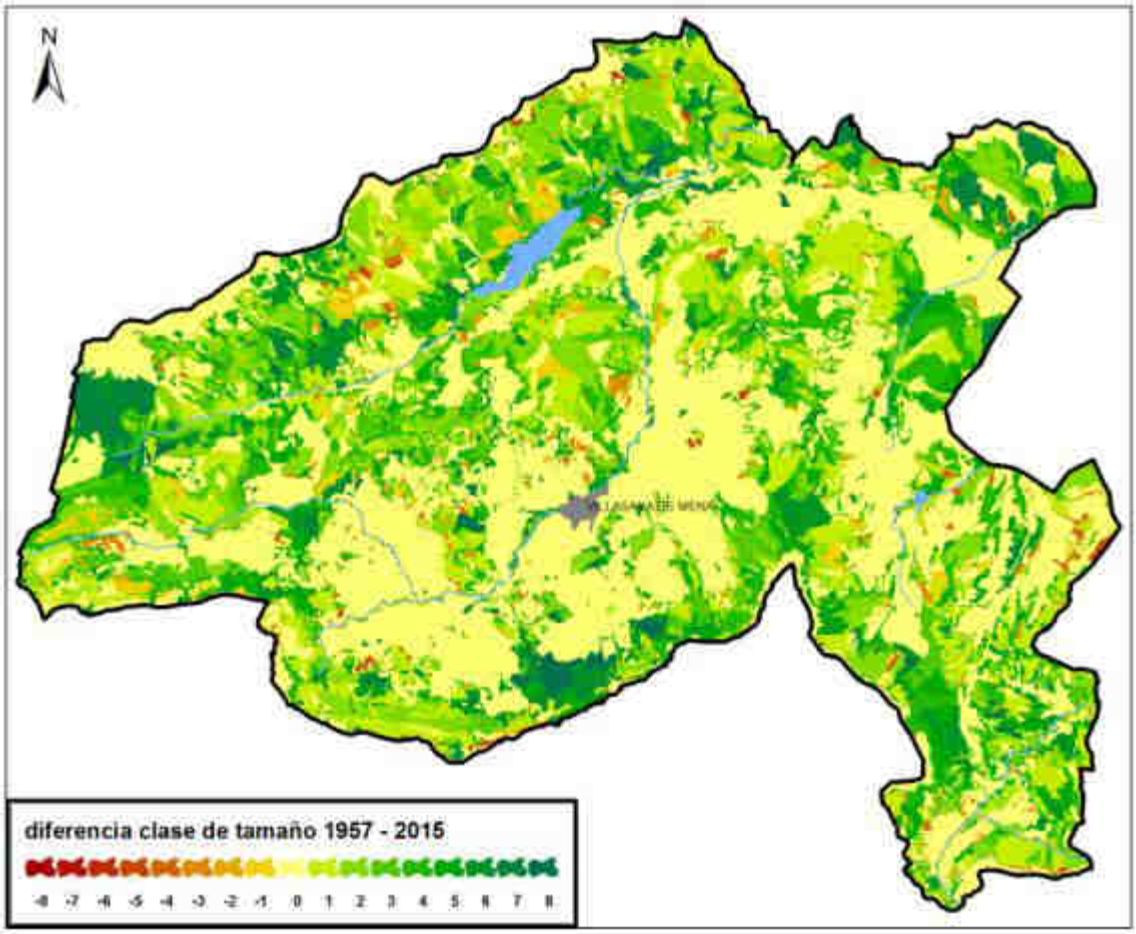


Figura 2.7.1. Cambio en la clase de tamaño del arbolado entre los años 1957 y 2015. El color representa los saltos de clase, tomando como valor 1 la mínima (sin arbolado) y 9 la máxima (fustal grueso).

2.7.3. Variaciones en la cubierta arbórea

De forma semejante a lo ocurrido con la talla de los árboles, su cubierta ha experimentado un fuerte aumento en la generalidad de Mena (Figura 2.7.2).

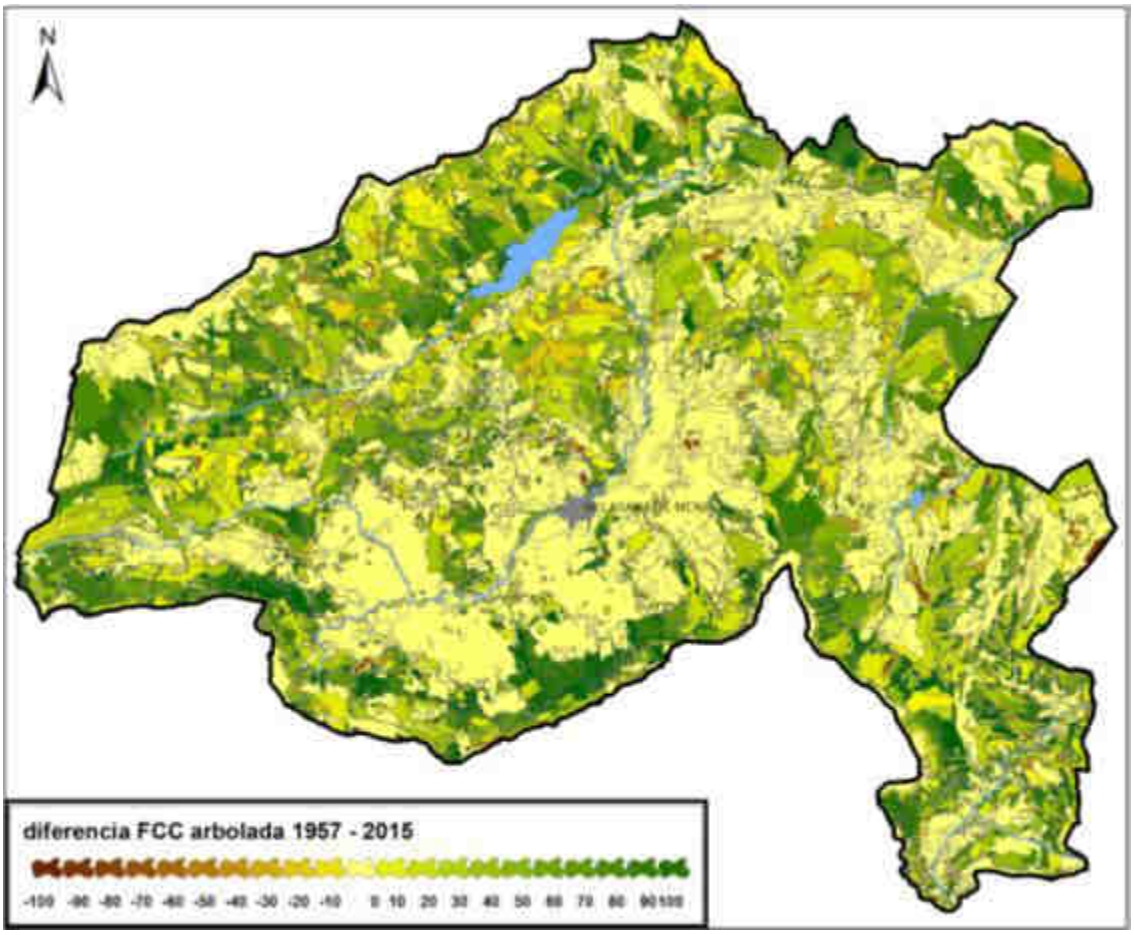


Figura 2.7.2. Cambio en la fracción de cabida cubierta en los ecosistemas meneses. El color indica la diferencia entre el porcentaje cubierta en el año 2015 y el correspondiente a 1957.

2.7.4. Evaluación sucesional

En este apartado se procurará la integración de los tres precedentes, con el objetivo de estudiar, de forma sintética los cambios sucesionales. La sucesión, tanto en la visión clásica como en la aquí adoptada, es un proceso direccional según el que, con muchos contraejemplos, va ganando dominio la vegetación de más talla y más tolerante.

En relación con la sucesión, entendida como proceso integrador que incluye las fases de desarrollo, la vegetación puede experimentar avances o retrocesos en función de su tamaño, grado de cubierta y composición específica. Al usar tres criterios a la vez, que son los que se han utilizado de forma separada en cada uno de los tres apartados anteriores, es necesario establecer criterios para determinar las situaciones dudosas, en las que los criterios cambian en sentidos opuestos: por sí solos y para un mismo cambio ecositémico, unos implicarían avance sucesional y otros retroceso.

Por una parte, en la naturaleza se dan muchos procesos difíciles de encajar como avance o retroceso sucesional. Por ejemplo, cuando una especie de tolerancia un poco superior pero de talla muy inferior desplaza a otra mucho más longeva y capaz de alcanzar una talla mucho mayor (figuras 2.7.1 y 2.7.2). Otra situación de dudosa asignación tiene lugar cuando un bosque pasa de estar muy degradado (con pies de reducida talla por efecto de reiterados eventos), pero constituido por árboles tolerantes, a estar dominado por otras especies intolerantes pero con pies de muy superior talla; esta situación se da habitualmente cuando interviene algún evento que permite instalarse y desarrollarse a los pies intolerantes, y es típica en muchas repoblaciones forestales con pinos, cuando estas se realizaron sobre matas de frondosas muy degradadas por la explotación tradicional.

La clasificación se complica más cuando intervienen los subpisos. Por ejemplo, si en el caso expuesto de la repoblación con pinos sobre matas degradadas de frondosas, estas forman luego un subpiso que supere en talla a las matas originales, parece lógico considerar que se ha producido un avance sucesional. Pero todo dependerá del criterio escogido, y también se puede pensar que el hecho de que ahora dominen los pinos sobre las frondosas, por sí solo, ya implica un retroceso sucesional (Figura 2.7.5). Esto es habitual en ecología y no debe escandalizar o esconderse. Los mismos límites de las teselas, en este y en cualquier trabajo, son tan contingentes a los criterios utilizados, que si se adoptan como "verdaderos" se está ignorando la realidad y posiblemente falseando los resultados; es algo que no debe olvidarse con carácter general, y sobre todo en estudios que toman las teselas como las unidades más simples de análisis y por tanto indivisibles, como por ejemplo suelen hacer los de conectividad.

Figura 2.7.3. Foto 19473. Bosque dominado por *Pinus nigra* con abundante regeneración anticipada de quejigo y encina. Estas dos especies son ligeramente más tolerantes que los pinos, pero de talla netamente inferior. Los atributos de talla y tolerancia, que operan de forma conjunta en la naturaleza, van en este caso en sentido contrario dentro de los esquemas sucesionales definidos por el hombre. Lo habitual es dar preferencia al hecho de que las especies tolerantes se han regenerado bajo las que lo son menos, sin la intervención de eventos importantes; de forma que se asume que la sucesión progresa cuando se pasa paulatinamente del dominio de los pinos al de las frondosas (Albendea, Cuenca).

Figura 2.7.4. En la naturaleza, con su inmensa variedad, casi siempre es posible encontrar situaciones que pongan a prueba la robustez de los criterios empleados en las clasificaciones que hacemos de los ecosistemas. Si en el ejemplo anterior, en lugar de un regenerado vigoroso de *Quercus* nos encontráramos matas rastreras de encina como las que se aprecian en primer plano en esta imagen, se dudaría del criterio adoptado: ¿sería un avance sucesional pasar del dominio de los grandes pinos al de las matas de encinas tremendamente degradadas por un intenso pastoreo? Parece forzar en exceso la preeminencia de la especie (o de la tolerancia) sobre la talla (Pinar de la Vidriera, Granada).

Figura 2.7.5. Rodal dominado por *Pinus radiata*, con un denso latizal de haya como subpiso. Hace seis décadas, el terreno era una pastizal intensamente pastoreado con pequeñas hayas dispersas. Ahora la fracción de cabida cubierta y la talla de las hayas han aumentado de forma ostensible. Pero el dominio ya no les corresponde, pues son superadas en talla por el intolerante pino. En este trabajo se ha seguido el criterio de considerar la transformación acaecida como avance sucesional, pero en función de los criterios adoptados la decisión podría haber sido la contraria. La transmutación aquí ocurrida, y la asombrosa progresión forestal, quedan patentes en la figura 2.8.5: observando las imágenes de 1957 y 2009 sería difícil justificar que se hubiese optado por la catalogación del proceso como regresivo sucesionalmente; sin embargo, esto se ha efectuado, más como parte de las críticas apriorísticas a las repoblaciones forestales que como un análisis científico o técnico de la cuestión, por mucho que se haya pretendido disfrazar de esto último. Un asunto diferente sería juzgar la necesidad de repoblar un monte en el que se ha comprobado que, en ausencia de eventos renovadores intensos, los procesos espontáneos generan un bosque con rapidez: simplemente con acotar al ganado, y evitar el fuego, habría un espléndido bosque, como prueban muchos montes meneses, en especial en la Peña (Monte Sarón, Valle de Mena).

No obstante la dificultad en asignar ciertos cambios ecosistémicos, para que la representación gráfica sea expresiva se debe establecer una metodología clara que resuelva las situaciones dudosas en cuanto al avance o retroceso sucesional. Con el tipo de estudio realizado, se presentan como situaciones conflictivas algunas que lo son menos en el terreno, y que se pueden solventar con un análisis particularizado de cada caso. Un ejemplo en este sentido es una zona que en 1957 fuese un fustal claro, con una baja fracción de cabida cubierta, y que en la actualidad sea un latizal denso de la misma especie: podría parecer que fracción de cabida cubierta y tamaño han evolucionado en sentidos sucesionales contrarios, pero si simplemente se han regenerado los viejos pies, y estos no han muerto, si ahora el diámetro medio cuadrático ha bajado debido a la incorporación de muchos jóvenes árboles, estaríamos en un caso claro de avance sucesional. Si en este ejemplo los viejos árboles hubiesen muerto, sería una situación más difícil de decidir, y se podría dejar, ante la duda, como estabilidad sucesional.

La forma de evaluar sucesionalmente todo el Valle de Mena ha sido decidir, a escala de rodal o incluso de más detalle, la variación sucesional entre 1957 y la actualidad, calificándola según tres posibles clases:

- Avance
- Retroceso
- Semejanza

Se ha preferido usar semejanza frente a otros términos como estabilidad porque en la naturaleza nunca nada permanece igual a sí mismo. Incluso es probable que en seis décadas lo que haya ocurrido, en lugar de una relativa constancia, sea un cambio profundo en un sentido compensado por otro contrario: en ese periodo la vegetación ha tenido tiempo de sufrir un drástico evento y recuperarse posteriormente de él. Lo que es seguro que, con carácter general, sin intervención de eventos renovadores, un ecosistema forestal en Mena no permanece sin cambio sucesional más de medio siglo: la elevada productividad de su clima lo impide. Las únicas excepciones serían lugares en los que las condiciones iniciales sean tan difíciles para el establecimiento o desarrollo de la vegetación que esta no haya tenido ocasión de progresar, como en roquedos muy pendientes o sitios encharcados. Incluso en este sentido habría que efectuar una puntualización: lo que ocurre, por ejemplo, en zonas intensamente erosionadas en las que no son capaces de instalarse las plantas, es otra manifestación de la paradoja dinámica multiescalar, pero a escala muy detallada; más que la ausencia de cambio lo que ocurre es que las plantas que se instalan en los lechos de las cárcavas o regueros son eliminadas por la siguiente avenida, que constituye un evento renovador que actúa siempre que hay precipitaciones intensas o rápidos deshielos.

La forma de proceder para integrar los cambios en la clase de tamaño, en la fracción de cabida cubierta y en la composición específica ha sido secuencial, según se desarrolla a continuación. En primer lugar esos cambios se han evaluado por separado, según se ha expuesto en los tres anteriores apartados. Posteriormente se han integrado las variaciones en tamaño y en cubierta de las especies arbóreas. Como resultado de la consideración de forma conjunta de estos dos criterios, se ha obtenido una primera aproximación sobre la dinámica sucesional, con las tres posibles opciones mencionadas: avance, retroceso o semejanza. Para su determinación se han seguido los siguientes criterios:

- Cuando la clase de tamaño y la cubierta hubiesen aumentado, o cuando uno de los dos (cualquiera de los dos) factores haya permanecido constante y el otro haya aumentado, se trataría de un avance sucesional.
- Si ambos factores han disminuido, o si uno permanece y el otro disminuye, sería un retroceso sucesional.
- Si ambos tuviesen idénticos valores, habría semejanza sucesional.
- En caso de que las evoluciones de los dos factores hayan sido contrarias, es decir, que uno haya disminuido y otro aumentado, se ha hecho necesario un análisis particularizado para cada caso, para investigar lo sucedido y resolver la duda (Figura 2.7.6).

El criterio seguido en los tres primeros puntos es bastante evidente y no requiere mayores explicaciones. Respecto al cuarto punto, aquí se ha optado por no realizar un procesado automático, para intentar recoger y analizar las situaciones particulares que se pudieran presentar. Tras la investigación de cada uno de los casos concretos, finalmente se ha decidido sobre su adscripción en una de las tres categorías (figura 2.7.7).

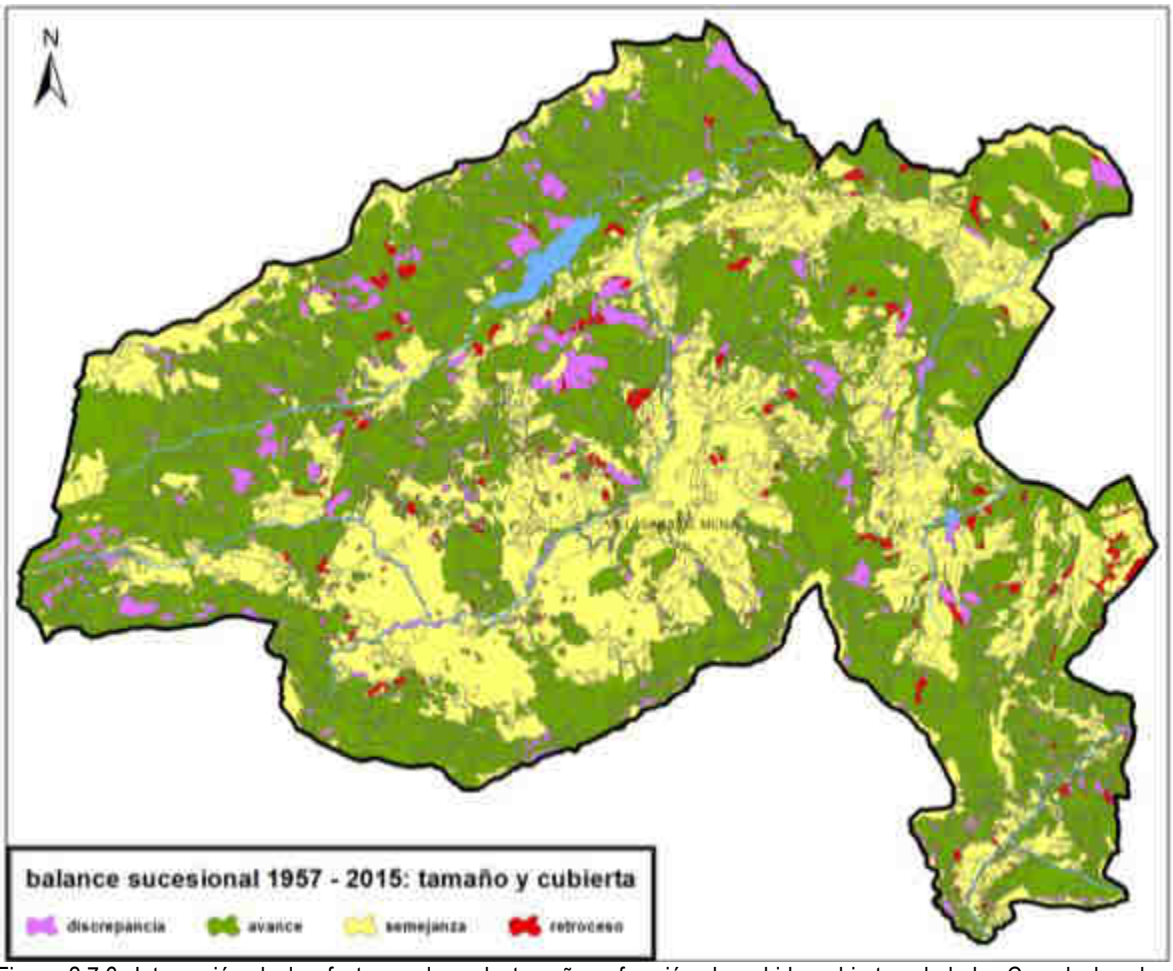


Figura 2.7.6. Integración de los factores clase de tamaño y fracción de cabida cubierta arbolada. Cuando los dos factores se asocian a tendencias sucesionales contrarias, la tesela se califica como discrepancia.

Por muy correcto y sofisticado que pueda parecer un modelo ecológico, es importante no perder la conexión con la realidad. Ese es uno de los motivos por los que se ha preferido no efectuar una clasificación automática de los casos dudosos, que podría haberse diseñado por el procedimiento habitual: establecer valores umbral por los que, según que el factor considerado esté en uno u otro rango, se combina con el otro factor para producir el resultado final. Pero la variedad de situaciones en la naturaleza es tan enorme, y más en un lugar tan heterogéneo como es el Valle de Mena, que son esquivas a las generalizaciones. Finalmente, el análisis particularizado, aunque más costoso, va a servir, a través de las explicaciones de casos concretos, para ilustrar la base metodológica seguida en este estudio, y para testarla en algunos aspectos. Además de lo que figura en este apartado, en los anexos se exponen ejemplos de situaciones de detalle que pueden servir a este propósito explicativo.

La primera integración de dos de los tres factores se ha de entender provisional, en espera de añadir el tercer factor, la composición específica, que podría alterar el balance efectuado con los dos primeros (el tamaño y la cubierta arbóreos). El resultado ha sido contundente: en la inmensa mayoría de los montes meneses se ha producido un avance en el tamaño y cubierta de la vegetación, con muy pocas excepciones. La semejanza sucesional se ha dado sobre todo en la zona de prados cercana a los pueblos y, afectando a extensiones más reducidas, en los matorrales de las cumbres de Ordunte. Los retrocesos, de extensión muy inferior a las otras dos opciones, están asociados a:

- Incendios
- Cortas intensas. Casi siempre a hecho
- Roturaciones
- Desbroces
- Procesos urbanizadores y, en general, instalación de infraestructuras

La evaluación precisa del efecto sucesional de la composición específica se ha efectuado ponderando la talla y la tolerancia de las especies existentes en cada lugar, tanto en 1957 como en la actualidad. No obstante, en primer lugar, para disminuir en gran medida el ingente trabajo que conllevaría realizar una a una la asignación de las 9.264 teselas que han resultado del cruce de las capas correspondientes a 1957 y a 2015, la evaluación cartográfica se ha realizado a través de los tipos de masa y no de las teselas. Para ello se ha efectuado una ordenación de los distintos tipos en función de su grado de avance sucesional, de acuerdo a lo expuesto en la Tabla 2.15. Esto ha permitido un trabajo automatizado, tras el que siempre es posible un análisis a partir de la información de las teselas; incluso, si es necesario, recogiendo datos en el campo. En la figura 2.7.8 figura el cambio sucesional aplicando los valores recogidos en la tabla 2.15.

Por supuesto, y como ya se ha comentado, la ordenación efectuada es contingente a los criterios empleados, que son en parte discutibles. Sobre todo cuando se trata de valorar una talla inferior frente a una tolerancia mayor, o viceversa: no hay una respuesta clara frente a qué debe prevalecer; como muestran las figuras 2.7.1 y 2.7.2, la naturaleza se encarga de recordarnos, con su infinito repertorio de situaciones, que cualquier clasificación que adopte el hombre debe ser instrumental, es decir, encaminada a conseguir ciertos objetivos, pero nunca dogmática.

Con carácter general ha sido suficiente la evaluación a través de los tipos de masa para establecer la tendencia sucesional. No obstante, en situaciones de difícil encaje por las tendencias contradictorias se ha recurrido a la información básica de las teselas, e incluso al análisis de las imágenes aéreas o de la realidad en el campo. En los anexos y en la figura 2.7.9 se exponen algunas de las situaciones comunes o interesantes para explicar la asignación final efectuada; que también sirven de aplicación práctica del modelo dinámico adoptado.

Una contradicción relativamente común se ha dado porque la evolución estructural (tamaño y cubierta) ha operado en sentido contrario a la florística, evaluada a través de los tipos de masa. Por ejemplo, algunos bosques mixtos entre frondosas y coníferas tienen su origen en los procesos de densificación de masas abiertas de frondosas; transformación muy común que se ha calificado como avance sucesional, sin importar si las coníferas fueron plantadas (como las de la Figura 2.7.5) o proceden de regeneración espontánea, como la mayoría de los pinares de silvestre en la zona contigua a Álava, en el este de Mena (Figura 2.7.10).

En general, los cambios en la composición específica han servido sobre todo para analizar con mayor precisión lo ocurrido en los ecosistemas que estaban desarbolados tanto en 1957 como en la actualidad, que escapan al análisis de clases de tamaño y de cubierta, ya que ambos están referidos solo a especies arbóreas. Estos montes que han permanecido desarbolados han podido sin embargo experimentar transformaciones importantes, algunas de ellas fundamentales para entender los cambios ocurridos, y que lógicamente no se han querido dejar al margen del análisis: matorralización, roturación, urbanización y otros procesos quedan así mejor estudiados.

Por último, comentar que, para afinar todavía más la evaluación sucesional, se ha empleado una información de la que se disponía pero que no se había utilizado en fases previas: la fracción de cabida cubierta de los subpisos de especies arbóreas y del madroño. Para el madroño se dispone de información tanto cuando se integra en un subpiso como cuando forma parte de dosel. Es evidente que, desde el punto de vista sucesional, no es lo mismo tener un robledal sin subpiso que cuando presenta un denso regenerado de hayas; las diferencias se acrecientan más si en lugar de robles se trata de especies intolerantes como los pinos. De forma semejante, no es lo mismo que un madroñal sea ralo, como de hecho es común en los intensamente pastoreados (y quemados) montes de 1957, que si se trata de un madroñal espeso. Esta información se ha incorporado en un proceso final, de acuerdo con los siguientes criterios:

- La evolución de los subpisos y de la cubierta de madroño entre 1957 y 2015 solo se ha empleado para analizar las teselas que en el procesado previo han resultado tener relativa constancia (semejanza).
- Solo se ha valorado sucesionalmente la diferencia en la cubierta de subpisos o de madroño si su variación porcentual es superior o igual a 20.
- El madroño no se ha empleado como nuevo elemento discriminante en los bosques densos (fracción de cabida cubierta mayor o igual al 70%).

Existen dos motivos para establecer un margen mínimo de variación en la fracción de cabida cubierta y de subpisos. Por una parte, la precisión en su estimación es menor que con la cubierta de los árboles dominantes; algo que es obvio con los subpisos, que en bosques densos son imposibles de cartografiar y solo se definen a través del trabajo de campo. Por otra parte, se entiende que la repercusión ecológica es menor que la de los árboles dominantes, aunque esto en

realidad sería una afirmación genérica sujeta a muchas matizaciones e incluso casos en los que no sería correcta.

El resultado final de la valoración sucesional, integrando todos los factores expuestos, es el mapa de la figura 2.7.12.

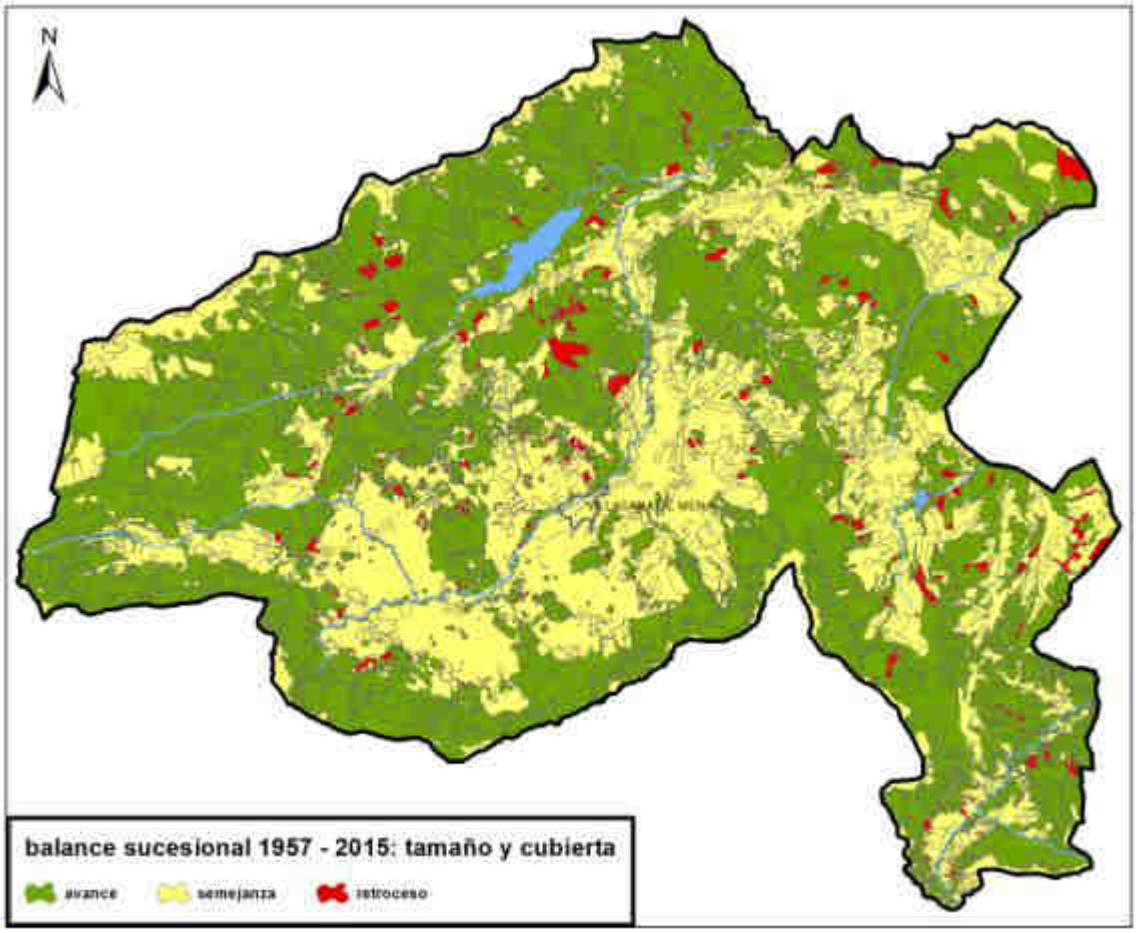


Figura 2.7.7. Diagnóstico sucesional considerando solo dos factores: clase de tamaño y cubierta arbórea.

Tabla 2.15. Ordenación de los tipos de masa según su grado de avance sucesional. A los más avanzados se les ha asignado un número más elevado

1	infraestructuras	35	quejigar-pinar radiata
2	zonas erosionadas	36	rebollar-pinar radiata
3	prado/cultivo	37	quejigar-encinar
4	pastizal	38	rebollar-encinar
5	brezal-tojal	39	bosque frondosa-conífera
6	otros matorrales	40	quejigar
7	enebral	41	quejigar-rebollar
8	madroñal	42	rebollar-quejigar
9	pinar silvestre	43	rebollar
10	pinar silvestre-otros pinares	44	quejigar-otras frondosas
11	otros pinares-pinar silvestre	45	quejigar-robledal
12	otros pinares	46	quejigar-hayedo
13	pinar silvestre-pinar radiata	47	rebollar-otras frondosas
14	pinar radiata-pinar silvestre	48	rebollar-robledal
15	pinar radiata	49	rebollar-hayedo
16	bosque mixto coníferas	50	otras coníferas
17	pinar radiata-encinar	51	otras frondosas-pinar radiata
18	pinar silvestre-quejigar	52	otras frondosas-quejigar
19	otros pinares-quejigar	53	otras frondosas-otras frondosas
20	pinar silvestre-rebollar	54	otras frondosas
21	otros pinares-rebollar	55	bosque mixto frondosas
22	pinar radiata-quejigar	56	robledal-pinar radiata
23	pinar radiata-rebollar	57	robledal-encinar
24	pinar silvestre-otras coníferas	58	hayedo-otros pinares
25	pinar radiata-otras coníferas	59	robledal-quejigar
26	pinar radiata-otras frondosas	60	robledal-rebollar
27	bosque conífera-frondosa	61	robledal-otras frondosas
28	pinar silvestre-hayedo	62	hayedo-quejigar
29	otros pinares-hayedo	63	hayedo-rebollar
30	pinar radiata-hayedo	64	robledal
31	encinar	65	robledal-hayedo
32	encinar-quejigar	66	hayedo-robledal
33	encinar-robledal	67	hayedo
34	quejigar-pinar silvestre		

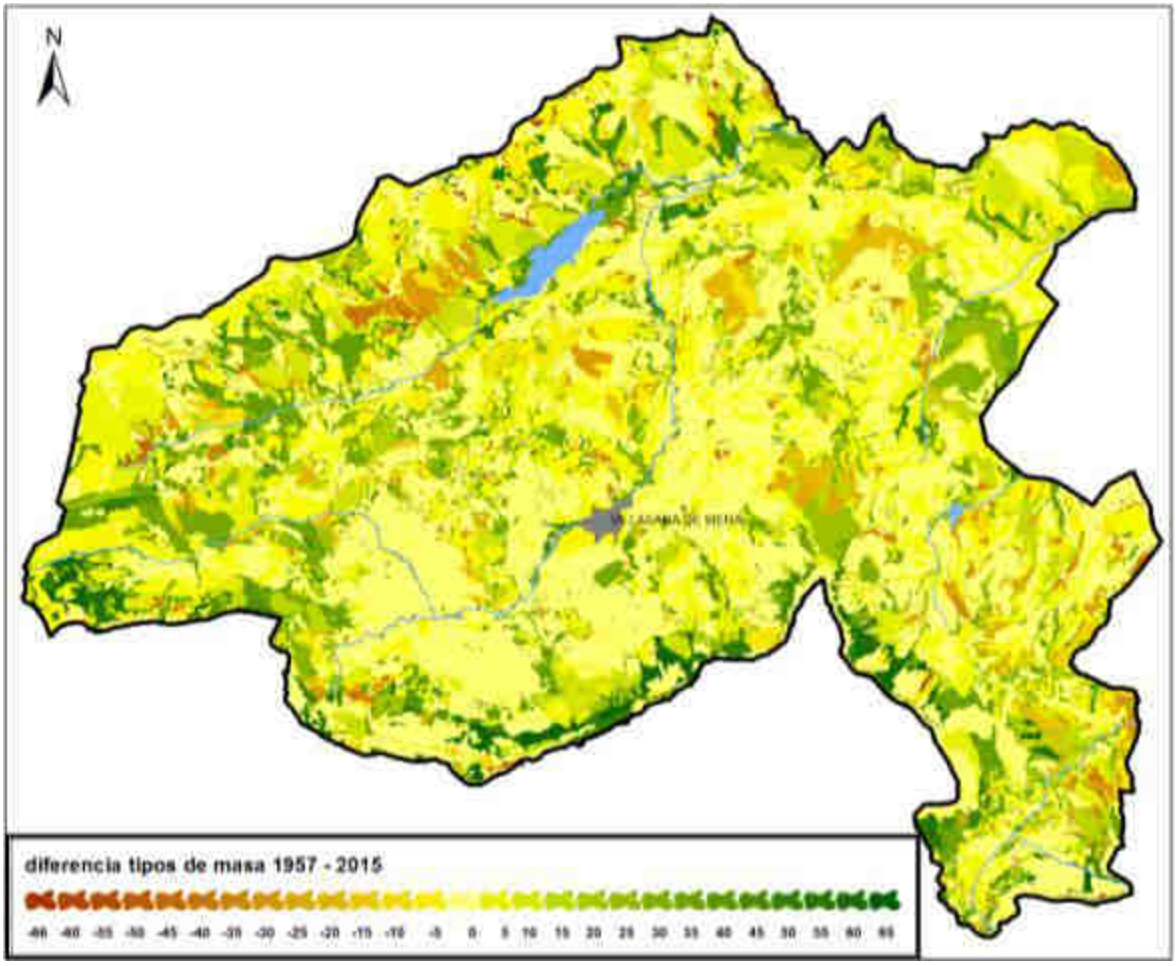


Figura 2.7.8. Cambios en los tipos de masa entre 1957 y 2015. Los valores resultan de restar el asignado a la clase actual menos el correspondiente a 1957, de acuerdo con lo establecido en la Tabla 2.15.

Avance
Sembrado
Rebrotado

Avance
Sembrado
Rebrotado

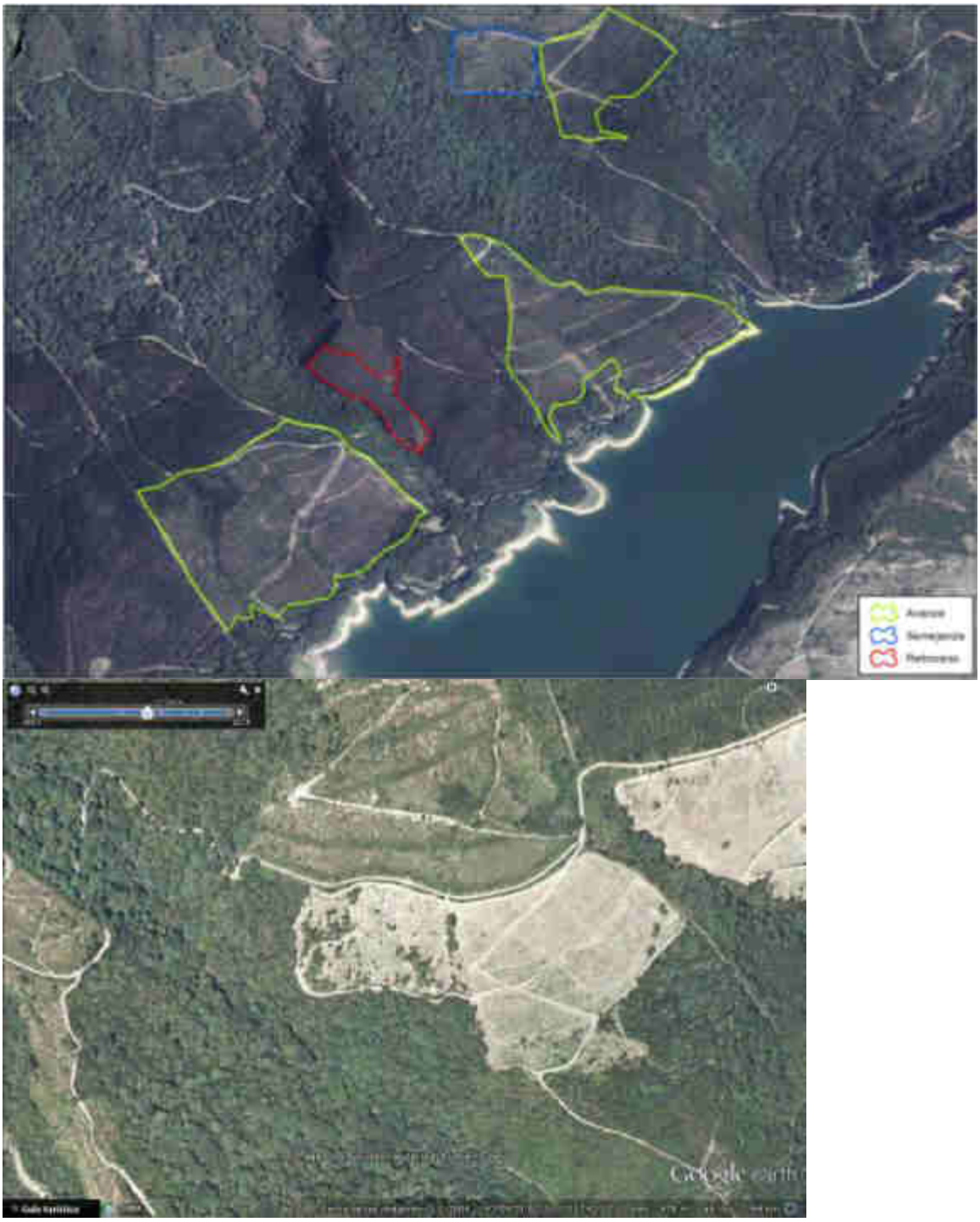


Figura 2.7.9. Ejemplo de situaciones que se han calificado como dudosas tras el procesado automatizado, y de cómo se han decidido en un análisis singularizado. Los rodales implicados se han delimitado sobre tres ortofotografías, de los años 1957, 2009 y 2014. Los avances son repoblaciones de *Pinus radiata*, que en la imagen de 2009 parecían tener una cubierta inferior a la de 1957 pero en la del 2014 ya se aprecian más desarrolladas y en poco tiempo formarán un bosque denso. El retroceso es parte de una repoblación de *Eucaliptus nitens*, que aunque en la imagen de 2014 todavía se aprecia en pie, ya se ha cortado a hecho en 2015. La zona de semejanza es una de las pocas superficies forestales que se ha mantenido relativamente constante a lo largo de casi seis décadas. En este lugar, la explicación más plausible era que el fuego y los fitófagos (domésticos y silvestres), en un emplazamiento que no es especialmente productivo, hubiesen operado el "milagro" de la semejanza sucesional. Sin embargo, cuando se consultó la serie histórica de imágenes, se comprobó que el motivo era diferente: una repoblación fallida, que con su preparación del terreno hizo retroceder la sucesión. Dado que los montes, al final del sistema agrario tradicional, estaban en buena parte poblados por especies muy resilientes, la única forma de lograr la semejanza es con eventos renovadores intensos o muy repetidos. Esto siempre ocurre cuando hay esa cierta constancia; lo que no es posible a veces es identificar el preciso evento causante, aunque en la mayoría de los casos, como en el de la imagen, sí lo es.

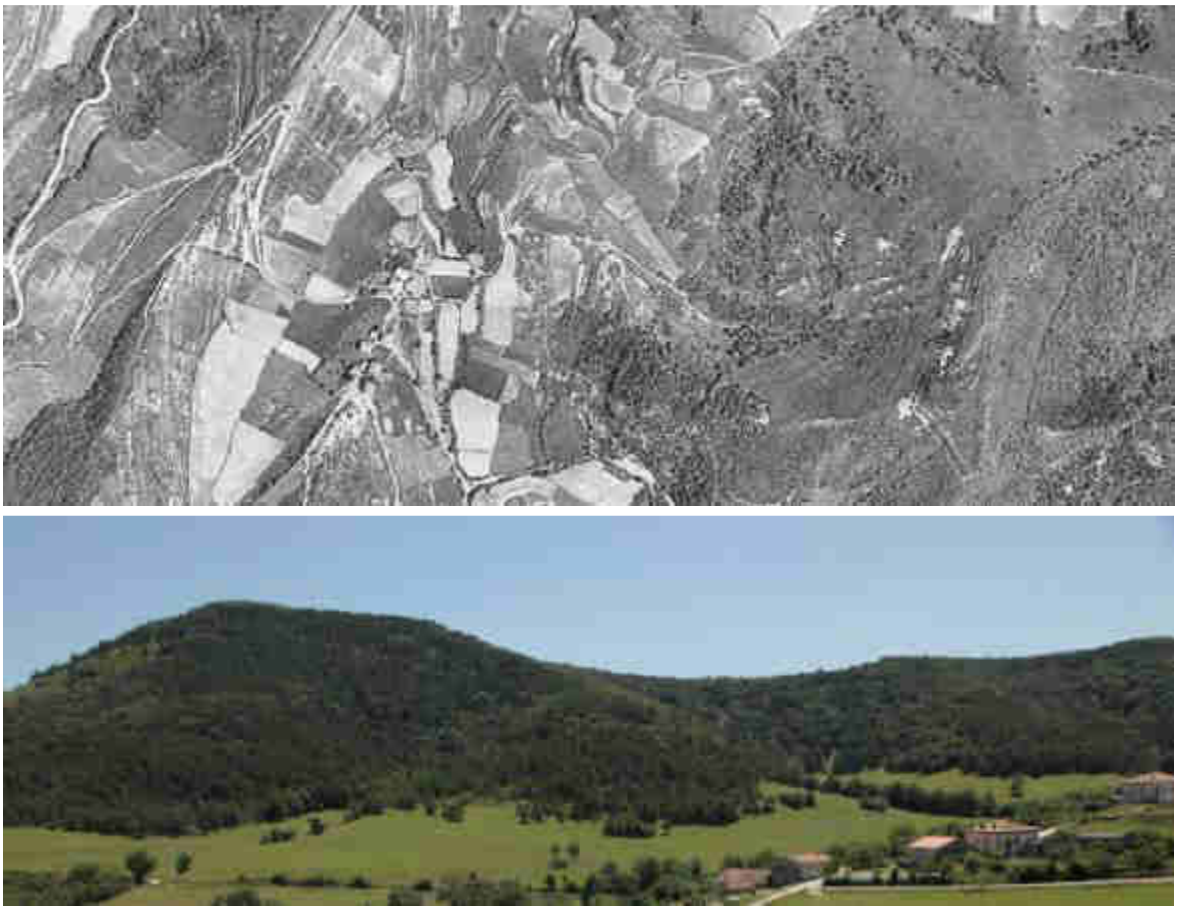


Figura 2.7.10. En el extremo oriental de Mena, el pino silvestre tiene ahora un protagonismo que era mucho menor en 1957. En la imagen superior, que es una fotografía del Vuelo Americano no ortorrectificada, se observa el pueblo de Lorcio en un entorno básicamente deforestado, y con graves problemas erosivos en algunas zonas. No había muchos árboles y entre ellos unos pocos pinos silvestres. Con su semilla, y la de los pinares de Ayala y Arceniega, muy próximos, se han generado los magníficos bosques mixtos que cubren ahora las laderas. Están dominados por pino silvestre y quejigo, pero también abundan otras especies como haya, arce (*A. campestre*), mostajo, fresno y avellano. En la moderna imagen se ve el mismo pueblo, aunque los montes parecen otros. Salvo que pesen mucho las ideas preconcebidas, no se puede dudar que se ha producido un avances sucesional; por mucho que ahora dominen los pinos y no las frondosas (Lorcio, Valle de Mena).

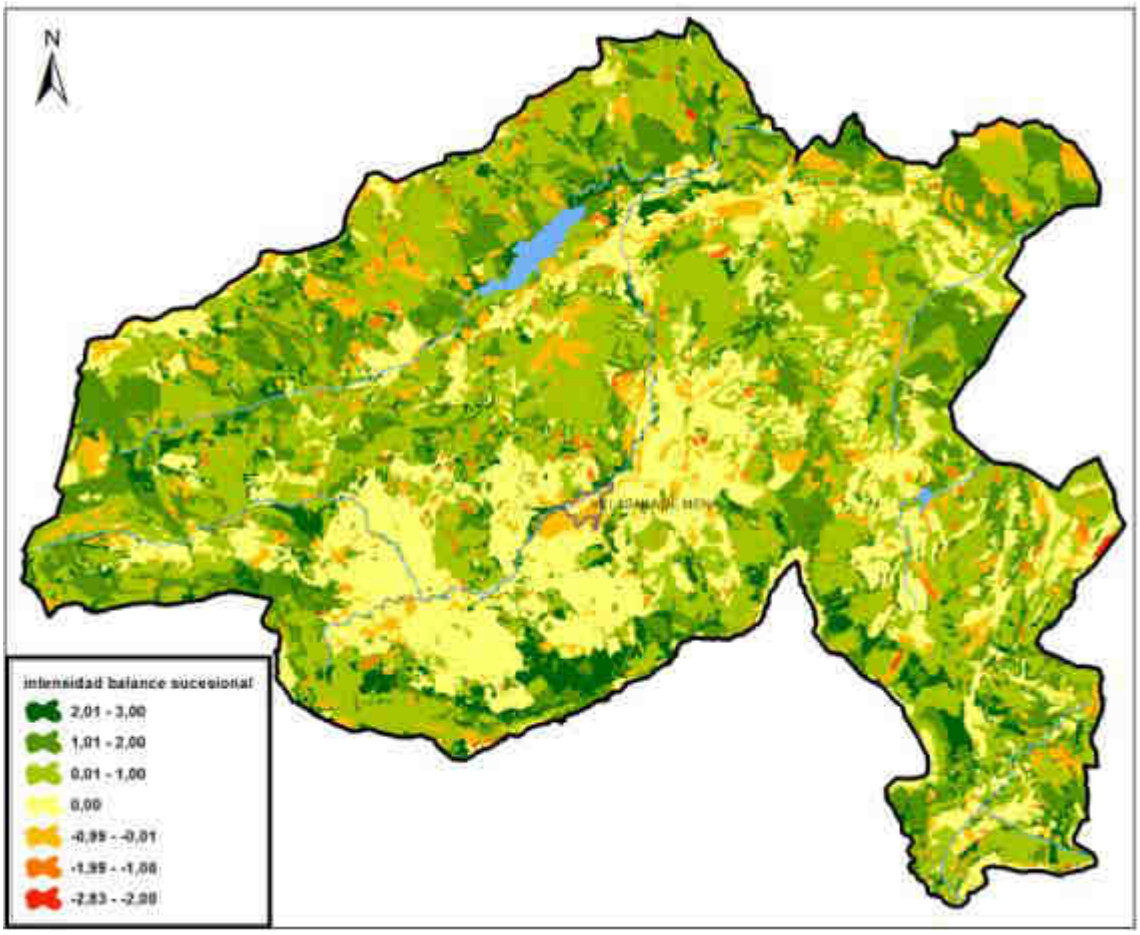


Figura 2.7.11. Mapa que muestra la suma automatizada de los tres factores empleados para realizar la evaluación sucesional: tamaño y cubierta del arbolado, y composición específica representada a través de los tipos de masa. Se ha otorgado el mismo peso a estos tres factores. Las unidades de medida son arbitrarias: simplemente sirven a propósitos comparativos: un número positivo más elevado indica más intensidad de avance sucesional y si tiene signo negativo se trata de retroceso.

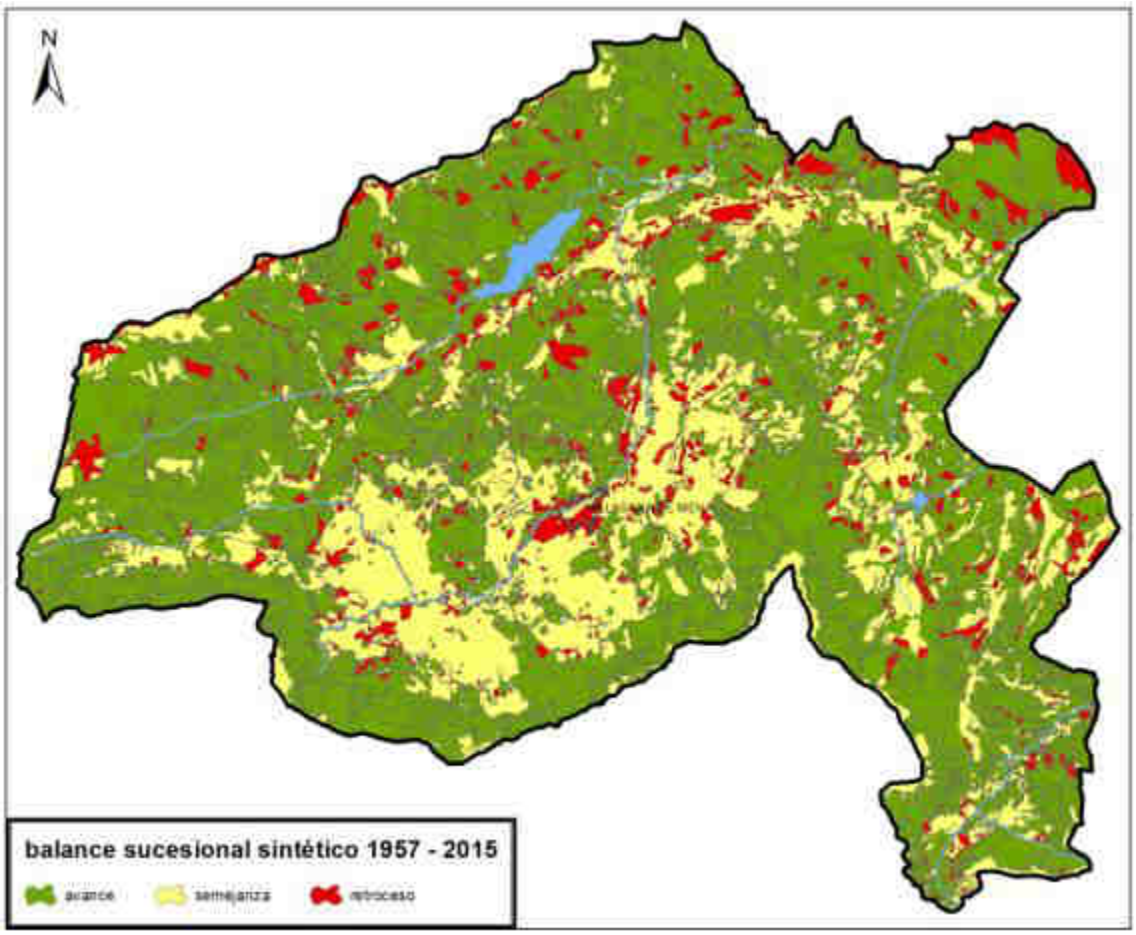


Figura 2.7.12. Este mapa representa un diagnóstico sobre el balance sucesional, considerando de forma conjunta todos los datos asociados a las teselas de vegetación: atributos vitales de las especies presentes, su fracción de cabida cubierta y su tamaño.

El predominio de los avances sucesionales es abrumador, lo que es lógico en un estado de reconstitución. Entre 1957 y 2015 casi todos los ecosistemas meneses han cambiado profundamente. Las excepciones obedecen básicamente a dos causas:

- Un medio muy duro que bloquee el progreso sucesional
  - Roquedos
  - La turbera del Zalama
  - Los cascos históricos de los pueblos
  - El descarnado núcleo de las zonas intensamente erosionadas
  - Algunos pastizales de pie de cantil
- Lugares renovados con mucha frecuencia, bien por eventos de origen humano o natural, y en los que el régimen de renovaciones no se ha modificado en lo sustancial
  - Prados y pastizales renovados todos los años por siega y/o pastoreo
  - Pastizales mantenidos por desbroces cada cierto número de años y pastoreo anual
  - Brezales-tojales quemados con una frecuencia de quinquenios o pocas décadas
  - El vaso del pantano de Ordunte, que se llena todos los años

Las clases que más superficie aportan a la semejanza sucesional son, con mucha diferencia, son los matorrales pirófitos y los prados y pastizales renovados por siega y/o pastoreo.

En realidad, la división en los dos bloques es en parte artificiosa: salvo en los medios más inhóspitos, la renovación siempre está presente para lograr la relativa constancia. Así, en los pies de cantil o en las zonas muy erosionadas, se produce colonización vegetal que es eliminada por eventos como caída de piedras, arrastre por escorrentía o fitófagos; en los pueblos, son sus habitantes con su continuo tránsito y con las labores de limpieza los eventos que mantienen a raya la vegetación. Dado que en estos casos el medio es duro, no son necesarios tantos eventos, o tan intensos, como cuando hay condiciones más benignas. De forma complementaria, en las láminas

de agua la vegetación terrestre tiene pocas opciones de progresar, pero el pantano de Ordunte se ha incluido en la categoría de mantenimiento por renovación debido a que anualmente se coloniza la parte del vaso que queda al descubierto, y esa vegetación se elimina al llenarse de nuevo el embalse.

Respecto al retroceso sucesional, que, como la semejanza, es muy minoritario en extensión frente al avance, las principales causas que lo han motivado, que ya se han esbozado previamente, han sido:

- Roturaciones. En las zonas próximas a los prados se ha dado alguna pequeña roturación de zonas boscosas o de matorral. Incluso en estas áreas de prados, el proceso roturador no ha sido de gran alcance, y ha predominado la extensión del arbolado, aunque con excepciones. Los terrenos afectados eran pastizales y matorrales, no bosques. El fin de las roturaciones no ha sido conseguir cultivos agrícolas, sino prados.
- Desbroces. La moderna facilidad para desbrozar terrenos de pendiente suave se ha traducido en que algunos matorrales se han transformado en pastizales. Este cambio se ha producido tanto en terrenos privados como públicos, y dentro de estos en montes catalogados y en los que no tienen esa condición. No obstante, se ha concentrado en los montes de Ordunte, que son querenciosos para el ganado y donde también la administración forestal más esfuerzos ha realizado para prevenir incendios mediante desbroces.
- Infraestructuras. El terreno afectado por infraestructuras humanas de diverso tipo se ha más que duplicado entre 1957 y 2015, pasando de 410 a 825 hectáreas. Todos los terrenos afectados se han incluido en la categoría de retroceso sucesional. Sobre todo se ha debido a desarrollos urbanísticos (residenciales, industriales) y vías de comunicación.
- Incendios. Sobre todo en la zona de Ayega. También en Partearroyo, según se muestra posteriormente de forma gráfica (figura 2.9.5). Curiosamente apenas es un motivo en los montes de Ordunte, donde el fuego ha estado muy presente en el último siglo. La explicación de este hecho, que puede resultar paradójico, radica en una serie de factores:
  - Se trata de un área en la que el fuego afectó mucho en la segunda mitad del siglo XX, pero en los años recientes los incendios han descendido de forma marcada.
  - La vegetación se recupera allí con extraordinaria rapidez, gracias a un clima muy húmedo y lluvioso, y a la relativa calidez gracias a la orientación general a solana.
  - Los bosques se refugiaban en las ubicaciones donde el fuego accedía con menor frecuencia y virulencia. En los madroñales, matorrales y pastizales la recuperación es sumamente rápida.
  - Los incendios eran sobre todo de primavera, cuando la afección al suelo es escasa, lo que favorece la reconstitución vegetal.
  - En los bosques muchas veces eran de suelo, por lo que en poco tiempo resultaban imperceptibles.
- Cortas intensas. Casi siempre se ha tratado de cortas a hecho que han eliminado completamente el dosel vegetal. Puntualmente, se han reservado algunos viejos pies o se ha respetado la regeneración anticipada.

Los mapas de teselas de vegetación, elaborados para 1957 y para la actualidad, constituyen la base de todo el procesado posterior, y en concreto del efectuado en este apartado. Una vez ensamblado un modelo ecológico, los resultados que contradigan a las dinámicas previstas se deben analizar, con dos posibles resultados: que sean ejemplos de la heterogeneidad ecológica o que se trate de errores en la información de partida. La evaluación sucesional ha servido para analizar con más detalle algunas situaciones que escapaban a lo que era previsible y ha servido para detectar algunos pequeños errores en la información o en la delimitación de las teselas, en un proceso de retroalimentación. En concreto, dentro del contexto general de progresión forestal, los retrocesos o constancia en las zonas forestales solo tiene una posible explicación, dentro del modelo aquí desarrollado: la acción de algún evento renovador. Estos eventos normalmente dejan algún tipo de huella en la variada información de que se dispone, o al menos tiene que ser factible su acción. En sentido contrario, la progresión también tiene límites: un salto excesivo, sobre todo en clases de tamaño, debe ser objeto de estudio; si el salto se produce en teselas dominadas por especies de crecimiento rápido, como son en Mena los pinos, chopos, eucaliptos o hayas, es más plausible que si se trata por ejemplo de *Quercus*, aunque en principio no se debe descartar ninguna posibilidad. Cuando no se ha encontrado una explicación que encajase, se ha analizado

la información de partida por si se detectase algún error. Si esto último no ha ocurrido, se ha mantenido el balance sucesional original.

Los procesos de cruce de información entre distintas capas multiplican el número de teselas resultantes, y algunas de ellas, sobre todo las de menor tamaño, pueden no representar datos relevantes, sino solo ruido. Para valorar adecuadamente algunos de los recintos resultantes conviene recordar que, lógicamente, los límites de las teselas son diferentes en 1957 y en 2015, y que han resultado más recintos en la moderna clasificación, al menos por dos motivos:

- En 1957 los montes estaban mucho más degradados. Uno de los resultados del proceso de recuperación forestal acaecido es el incremento de la diversidad.
- En las teselas modernas, además de la información de las imágenes aéreas se ha incluido de otras procedencias, en la forma descrita en el apartado 2.4.6.2. Los datos extra han servido para subdividir algunas teselas que se apreciaban como uniformes en los fotogramas.

En todo caso, independientemente del origen, el hecho es que algunos de los cruces han generado teselas que en sí mismas no son indicativas más que del proceso de asignación de superficies efectuado en 1957 y en 2015. Se trata de superficies pequeñas que cambian de asignación más por lo que tienen a su alrededor que por la evolución en ellas mismas: es algo inevitable asociado a la escala de trabajo; así, cuando como aquí se trabaja con rodales, pequeños grupos o bosquetes pueden reasignarse con el tiempo por las características de su entorno más que por las suyas propias.

La retroalimentación del sistema por sus resultados, ha resultado un cierto problema dentro de la tesis doctoral: en realidad se trata de un proceso de continua mejora, pero las tesis deben tener un punto final. De hecho, con posterioridad a la entrega de este documento, y como consecuencia de nuevos análisis y observaciones, se proseguirá con la tarea de mejorar y actualizar la información de las teselas, con el objetivo de que tan importante información siga teniendo plena vigencia de cara a la gestión forestal.

El análisis efectuado en este apartado deja pocas dudas acerca de la generalidad del cambio sucesional acaecido en Mena en las últimas seis décadas. La masividad y gran velocidad del proceso de recuperación del bosque solo se da un concreto momento histórico: el de transición forestal o estado de reconstitución. Es muy probable que no haya precedentes de una rapidez tan grande en la progresión forestal en milenios. En cuanto a magnitud de la transformación, quizá solo sea comparable a lo ocurrido tras el último periodo glaciar. Pero, probablemente, el proceso de recuperación de la vegetación tras las sucesivas glaciaciones sea mucho más lento que el reciente, que se ha analizado para Mena.

Los cambios exhibidos son buenos ejemplos de la “paradoja dinámica multiescalar”: solo los rodales afectados por renovaciones han permanecido con características semejantes durante estos casi 60 años. Allí donde apenas ha habido eventos renovadores, el ecosistema se ha transformado profundamente. Los montes de la Peña ilustran perfectamente el profundo cambio asociado a “la falta de cambio” a corto plazo y en pequeñas extensiones: los incendios y el pastoreo (tanto de herbívoros domésticos como silvestres) han incidido con moderación, con mucha menos afección que en muchos otros montes cantábricos en los que todavía esos eventos persisten, y por eso aquí el cambio ecológico ha sido tan drástico.

2.7.5. Variación de las existencias de madera

Lógicamente, la recuperación forestal producto del fin del sistema agrario tradicional tiene un reflejo en los volúmenes de madera en pie. En la Figura 2.7.13 y en la Tabla 2.16 se representan, de forma expresiva, esos cambios.

El volumen actual de los bosques meneses es 3,5 veces superior al que tenían en 1957. Y eso a pesar de que la metodología seguida sobrestima los volúmenes de 1957: los estratos se han formado en función del diámetro de los pies y no de su altura, y los árboles actuales son, de media, más espigados (Sevilla, 2008), debido a que crecen en mayor espesura; es decir, para una misma densidad y clase diamétrica es de esperar que los volúmenes sean superiores hoy en día. Si se aplicase una corrección de disminuir el volumen de 1957 en un 15% para valorar el hecho de que ahora los árboles son más espigados, se obtendría el resultado de que ahora los bosques albergan más de 4 veces más volumen que en 1957. Sea más exacta una u otra cifra, importa poco de cara a lo que aquí se pretende analizar, pues el orden de magnitud es el mismo.

El simple dato de que el volumen se ha multiplicado por 3,5 es muy expresivo del radical cambio acontecido en Mena. Sobre todo porque aquí no se ha partido de una situación tan deforestada

como la que había en muchos montes burgaleses y de toda España. Analizando en la Tabla 2.16 el desglose del cambio por agrupaciones de tipos de masa, se obtienen interesantes conclusiones:

- Todos los tipos de bosque, considerados en grandes agrupaciones, han experimentado espectaculares aumentos de existencias. Todos ellos las han más que duplicado, excepto robledales y quejigares, que han pasado de un incremento del 50% respecto al volumen de 1957.
- Los tipos de bosque en los que intervienen coníferas (pinar de radiata, otras coníferas y otros bosques mixtos) han multiplicado por 17 sus existencias; lo que se explica por el papel tan escaso que tenían en 1957. En la actualidad las coníferas representan aproximadamente un tercio del volumen total.
- Las formaciones no boscosas han perdido volumen de madera, pero este proceso no indica la desaparición de los árboles de ellas, sino la menor extensión superficial de esas formaciones, debido a que muchas han pasado a ser bosques.
- Los bosques más capitalizados son, por este orden, hayedos, robledales y pinares de *P. radiata*. Tanto hayedos como robledales superan de media los 200 m^3/ha.

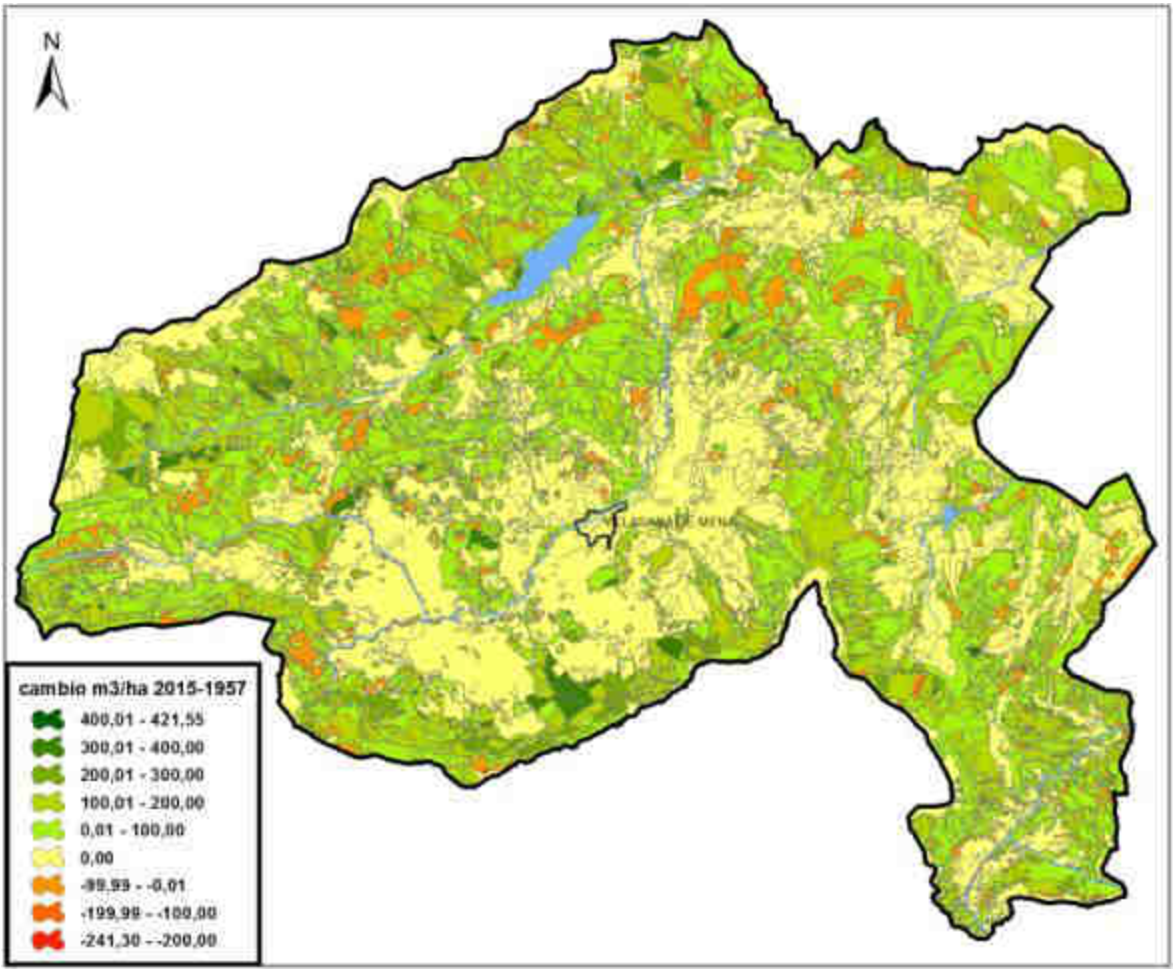


Figura 2.7.13. Cambio en las existencias por hectárea entre 1957 y 2015. Los valores resultan de restar el volumen actual el calculado para 1957.

Tabla 2.16. Comparación de los volúmenes en 1957 y 2015 en grandes agrupaciones de tipos de masa. Se han ordenado de mayor a menor volumen medio en 2015. La variación representa el incremento porcentual del volumen de cada gran agrupación, tomando como referencia las existencias en 1957.

reagrupaciones de tipos de masa	1957			2015			
	volumen total (m^3)	% vol.	vol. medio (m^3/ha)	volumen total (m^3)	% vol	vol. medio (m^3/ha)	variación
hayedo	92.797,9	19,25%	113,3	250.691,4	15,01%	230,8	170%
robledal	65.678,0	13,62%	133,1	101.782,6	6,09%	210,4	55%
pinar radiata	6.607,5	1,37%	104,9	273.253,7	16,36%	171,5	4.036%
otras coníferas	0,0	0,00%	0,0	89.172,5	5,34%	153,0	
hayedo-*Quercus*	85.075,5	17,65%	110,4	202.684,6	12,13%	151,9	138%
otros bosques mixtos	54.494,1	11,30%	76,8	410.135,0	24,55%	106,1	653%
rebollar	14.056,6	2,92%	36,9	53.783,6	3,22%	97,1	283%
quejigar	96.203,8	19,96%	47,6	172.605,9	10,33%	83,3	79%
encinar-quejigar	41.477,7	8,60%	17,4	95.812,2	5,73%	34,6	131%
matorral	14.429,5	2,99%	3,9	12.800,8	0,77%	5,6	-11%
pastizal y resto de superficies	11.263,7	0,0	1,3	7.986,9	0,0	1,8	-29%
TOTAL	**482.084,3**	**100,00%**	**18,3**	**1.670.709,1**	**100,00%**	**63,5**	**247%**
TOTAL BOSQUES	**456.391,2**	**94,67%**	**59,8**	**1.649.921,3**	**98,76%**	**115,0**	**262%**

2.8. EL RÉGIMEN DE RENOVACIONES EN LOS MONTES MENESES

2.8.1. Incendios

En todo el planeta el fuego se utiliza como una herramienta para los más variados propósitos: despejar el terreno para conseguir pastos, cultivar el terreno, facilitar el tránsito o la recogida de algún producto; espantar piezas de caza; venganzas; intereses de variado tipo como distraer la atención de las autoridades; etc. Los incendios son especialmente frecuentes en las zonas ganaderas con clima húmedo, y en dos situaciones socioeconómicas contrapuestas: en áreas relativamente poco explotadas donde se quiere instalar una agricultura o ganadería incipientes (estado de colonización) y también donde estas actividades del sector primario se encuentran en un proceso de abandono y se usa el fuego como herramienta fácil y barata para mantener las tierras despejadas. Cuando las quemas agrícolas, y sobre todo ganaderas, son frecuentes, los otros motivos de origen humano también son más habituales: el uso del fuego por los ganaderos y agricultores da cobertura social a otras intenciones.

En el norte y noroeste de la Península Ibérica el fuego es, desde hace varios milenios, intensamente utilizado por el hombre: un clima relativamente húmedo y suave favorece el crecimiento de las plantas y es frecuente recurrir al fuego para limitar el desarrollo de la vegetación leñosa. La principal motivación para estas quemas milenarias ha sido mantener despejado el terreno para favorecer el rebrote tierno de los pastos e impedir su colonización por vegetación de más talla y menos apetecida por el ganado. En las últimas décadas, el abandono agrícola ha sido general, y el manejo ganadero se ha simplificado muy notablemente; ambas circunstancias han favorecido que los incendios sean más extensos y virulentos.

Lo ocurrido en el Valle de Mena respecto al uso del fuego encaja perfectamente en los patrones descritos para todo el planeta y, de forma particular, para el norte ibérico. En concreto, en el territorio menés han sido tradicionales, al menos durante siglos, las quemas de montes para ampliar o mantener pastos. Y lo han sido hasta tiempos muy recientes, hasta el punto de que, a pesar de las medidas adoptadas (acotamientos, desbroces, organización del pastoreo) todavía no se puede dar el problema por concluso. No obstante, sí se puede hablar de un cambio de tendencia: desde un máximo en el año 1987, el número de incendios en Mena y sobre todo las superficies quemadas han experimentado un considerable descenso, reflejado solo parcialmente en las estadísticas debido a que antes eran menos precisas. En este cambio, que parece consolidarse, ha influido sin duda la política forestal seguida, sobre todo en lo referente a la sustitución de quemas por desbroces y al acotamiento al ganado de los terrenos quemados. Los desbroces se han realizado desde mediados de los años 90, y el acotamiento, aunque teóricamente se lleva aplicando muchos años, solo desde hace una década se aplica con efectividad, gracias a que ahora se dispone de mucha mejor información acerca del ganado, de sus propietarios y de manejo que hacen de él: con anterioridad, el ganado procedente del vecino Valle de Carranza ocupaba muchos pastaderos, no estaba convenientemente identificado ni disponía de la preceptiva licencia y contribuía a un descontrol generalizado como el que ahora predomina en Cantabria. Años de investigación de los agentes medioambientales, y muchas denuncias, han logrado que se llegue a la situación actual, en la que existe un control mucho mayor: la perseverancia ha conseguido que la práctica totalidad del ganado que pasta en los montes catalogados de Mena tenga licencia administrativa.

De forma característica, en el Valle de Mena y en toda el área cantábrica, los incendios se producen a finales de invierno y principios de primavera. Esto es lógico: dado que se trata de un uso del fuego con motivación fundamentalmente ganadera, el mejor periodo para quemar el monte es poco antes de que el ganado vaya a subir a él, en un momento en que el suelo se encuentra muy húmedo, gracias a las aquí siempre abundantes precipitaciones en la época fría, pero ya con la temperatura aumentado, de forma que la emergencia de una nueva y jugosa hierba es inminente. Las heladas invernales, o en general el hecho de que todavía la humedad de las plantas sea escasa, debido a que todavía no han iniciado su actividad vegetativa, facilitan en gran medida la propagación del fuego. Al menos hay algo positivo en la época preponderante de las quemas: con el suelo húmedo las temperaturas destructivas de la estructura edáfica se reducen a una capa muy superficial de suelo, de forma que el daño es mucho menor que a finales de verano o principios de otoño (la otra época donde hay un pico del número de incendios, aunque de menor cuantía), y la recuperación de la vegetación mucho más rápida.

Figura 2.8.1. Foto 51444. Consecuencias de un incendio de octubre, ocurrido cuando el suelo estaba seco en profundidad: en las áreas donde se acumulaba materia orgánica, el fuego progresó más bajo la superficie, quemando el suelo de forma intensa y provocando un retraso en la recuperación vegetal. La imagen se tomó año y medio después del evento (Las Machorras, Burgos). Comparar con la rápida regeneración que tiene lugar tras un incendio primaveral, según queda patente en la imagen…. (Foto 51452).

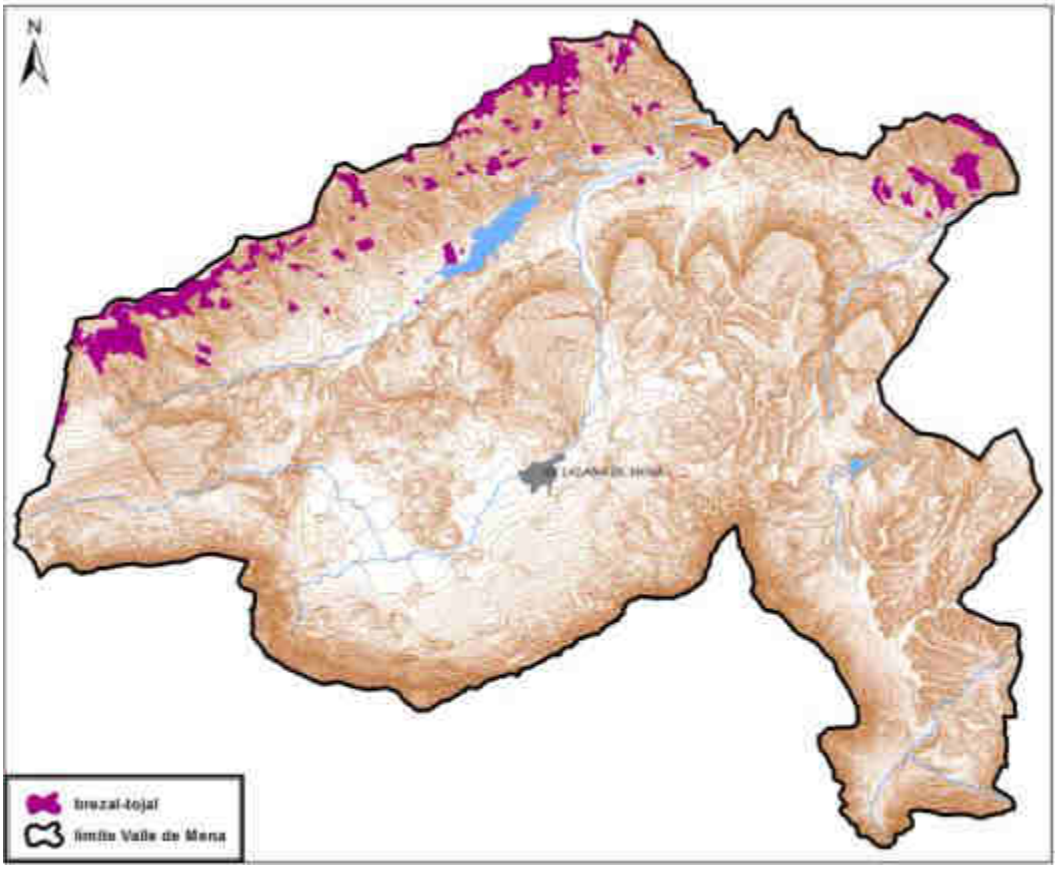


Figura 2.8.2. Distribución de los rodales de brezal-tojal en el Valle de Mena. Los matorrales más claramente pirófitos, dominados en Mena por especies heliófilas de los géneros *Ulex* y *Erica*, solo persisten a medio plazo si median incendios reiterados, dado que en otro caso, en el húmedo clima menés, los árboles prosperan con rapidez y eliminan las matas pirófitas. Se observa cómo predominan en las zonas altas de los montes de Ordunte y, dentro de las partes medias, en las crestas, que son precisamente los terrenos que con más frecuencia se han quemado en el pasado. Hay algún rodal en la parte baja de estos montes; se trata sobre todo de zonas con repoblaciones jóvenes que todavía no han dominado al matorral. También tienen relevancia en el extremo noreste del valle, en la zona de Ayega, en la que todavía los incendios siguen persistiendo como un grave problema. En todos los casos este tipo de matorrales se asienta sobre terrenos silíceos.

2.8.2. Grandes fitófagos

Dentro de la categoría de grandes fitófagos se incluyen tanto los domésticos como los silvestres. La influencia de estos últimos en los ecosistemas forestales los ha conformado desde hace cientos de millones de años, con frecuencia en un grado muy importante (ver, por ejemplo: Schüle, 1990), hasta el punto de lograr mantener montes abiertos en regiones húmedas (Ezquerra y Gil, 2004). El pastoreo, al menos en las regiones lluviosas en las que pueden prosperar bosques y en general plantas leñosas, está unido desde su inicio al uso del fuego. Los seres humanos, mucho antes de domesticar algunos animales salvajes y transformarlos en ganado ya usaban el fuego para favorecer la caza o facilitar la recogida de alimentos (Stewart, 1956). Por supuesto, las capacidades en relación con el fuego de los cazadores-recolectores se aumentaron y sofisticaron durante la revolución neolítica, cuando el hombre adquirió un dominio del territorio mucho más completo y con mayor conocimiento de las repercusiones de sus acciones.

En las montañas del norte de España la revolución neolítica fue relativamente tardía, pero por ejemplo ya hace 5.700 años se cultivaban cereales en Vizcaya (Ezquerra y Gil, 2004). En líneas generales, y con numerosas excepciones locales, se puede afirmar con suficiente seguridad que la mayor transformación del medio norteño tuvo lugar en el entorno de hace unos 4.000 años (ver, por ejemplo: Montserrat-Martí, 1992; Muñoz-Sobrino *et al.*, 2004; Morales-Molino *et al.*, 2011; etc.). En las montañas cantábricas, sobre todo en sus partes más elevadas, el uso ganadero fue el más difundido, y continúa siéndolo hasta hoy en día; no obstante, la economía de subsistencia implicaba desarrollar al máximo posible la agricultura.

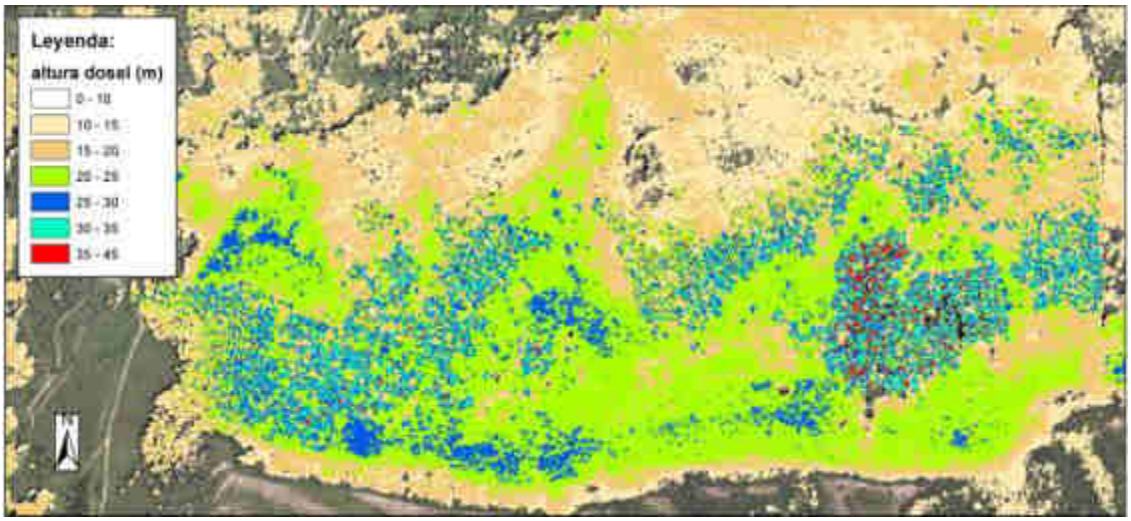
Durante el sistema agrario tradicional, la práctica totalidad de los ecosistemas estaba pastoreada. De hecho, muchas estructuras son producto de esa ubicuidad, que sometía de forma implacable los montes a sus designios.

Con el fin del sistema agrario tradicional, la situación de los montes españoles cambió radicalmente. Del ubicuo pastoreo se pasó al abandono en muchos territorios, por falta de rentabilidad de las explotaciones. Las consecuencias no se han hecho esperar, y en la actualidad vivimos inversos en ellas. Las viejas estructuras, generadas a base de siglos de convivencia entre monte, ganadero y ganado, pierden sentido, se abandonan y van desapareciendo.

Figura 2.8.3. Foto 32003. Bosque adehesado con grandes hayas trasmochas y ovejas bajo ellas. Estampas semejantes serían muy típicas en los montes norteños durante el sistema agrario tradicional. Sin embargo, hay un claro indicio de que la imagen no se tomó durante la vigencia del mismo, sino mucho después: las hayas hace mucho tiempo que no se podan, y las ramas van creciendo, cargándose de peso y desgajándose del tronco, de tal forma que los pies trasmochos se han convertido en un ejemplo vivo de la necesidad de renovación para mantenerse, en un ejemplo individual de la "paradoja dinámica multiescalar" (Aia, Guipúzcoa).

Figura 2.8.4. Foto 29786red. Esta imagen ilustra perfectamente lo que en muchos montes cantábricos supuso el abandono del sistema agrario tradicional y su radical sustitución por una "selvicultura industrial". Entre las repoblaciones de pinos cortadas a hecho y las típicas vías de desembosque asociadas todavía se observan los restos de árboles trasmochos, antes muy extendidos en este municipio. El paisaje tras la corta a hecho es desolador y carece de encanto, algo que contrasta vivamente con las dehesas de árboles trasmochos. Además, se aprecian fenómenos erosivos; en la vaguada central han adquirido cierta relevancia y afectado a los viales, lo que ha exigido construir escolleras en todos los que cruza. En general la selvicultura moderna ha fallado en conseguir paisajes más atractivos que sus precedentes tradicionales, por mucho que tampoco quepa idealizar estos desde un punto de vista ecológico y de eficiencia en el uso de los recursos, por la erosión y en general su carácter insostenible (Oñate, Guipúzcoa).

Figura 2.8.5. Foto 45932. Sin la agresividad visual de la imagen anterior, en este otro monte se ha dado una transformación radical desde su situación cuando el uso era predominantemente ganadero hasta la actual, caracterizada por el abandono de toda actividad humana. Se aprecian los restos de un gran majuelo (*Crataegus monogyna*) bajo un denso hayedo. El porte del majuelo, con grandes y extendidas ramas, y su mera existencia, son indicadores seguros de que el monte estaba antes mucho más abierto. Dado que el majuelo típicamente se desarrolla y mantiene en situaciones de intenso pastoreo, cabe pensar que este era el evento predominante antes de su abandono. Aunque el hombre identifica mejor el cambio radical con las bruscas acciones efectuadas por su tecnología, como en el previo ejemplo guipuzcoano, el hecho es que los procesos espontáneos pueden ser tanto o más drásticos (monte Sarón, Valle de Mena). En la página siguiente figuran las ortofotografías de la zona en los años 1957 y 2009, que dan cuenta de la transformación experimentada; más abajo se ha incluido información lidar que muestra cómo tras la repoblación, no solo la altura de los pinos plantados (*P. radiata*) es muy elevada, sino que el arbolado en su conjunto, en parte al abrigo de los pinos, se ha desarrollado en altura de una forma extraordinaria (ver figura…: la de alturas de la vegetación en Mena).


Leyenda:
altura dosel (m)
0 - 10
10 - 15
15 - 20
20 - 25
25 - 30
30 - 35
35 - 45

2.8.3. Cortas

Las cortas llevan formando parte de la historia ecológica de Mena desde hace milenios. Los efectos de este tipo de evento renovador son sumamente variables en función de cómo se realicen. En realidad, esto ocurre con todos los tipos de eventos: la precisa forma en que tienen lugar es decisiva para prever sus efectos, sirviendo de poco las generalizaciones. Pero si esto es cierto en general, con las cortas se exacerba, debido a que el hombre es capaz de dirigir con suma precisión su realización para conseguir una amplia variedad de objetivos.

En el pasado remoto las cortas se concebían como una forma de despejar terrenos y de obtener bienes de un recurso que parecía ilimitado. Ya en la Alta Edad Media aparecen regulaciones que tienen por objetivo la protección de los recursos forestales, lo que prueba la antigua toma de conciencia de su limitación. Durante el sistema agrario tradicional las cortas, en la mayor parte de su volumen, eran destinadas al abastecimiento de leña y de carbón vegetal. Pero también servía para la provisión de madera con muy diversos fines, a veces sumamente especializados y que precisaban de una selvicultura sofisticada que conformaba los árboles según los requerimientos demandados. En la actualidad, los conocimientos permitirían convertir a las cortas en herramientas para los más variados fines ecológicos.

En los bosques meneses las cortas eran ubicuas, como prueban, entre otros indicios, lo antiguo de la regulación de estos (y otros) aprovechamientos forestales (Porras, 1997), lo abiertos que estaban los montes, el extenso reparto territorial de los viejos (y duraderos) tocones de roble, la gran cantidad de carboneras y la extensa red de caminos que daba salida al carbón producido en ellas.

La segunda mitad del siglo XX se podría definir en Mena como la era de *Pinus radiata*: aunque presente desde antes, es a partir de su gran extensión en los años 60 cuando se convierte en el protagonista indiscutible de la selvicultura menesa.

A partir de los años 60 del siglo XX, un factor tecnológico, que se unió al profundo cambio socioeconómico de esos años, cambió cualitativamente la forma de explotar el bosque: la generalización del uso del bulldozer en los montes españoles, que permitió acceder de forma mecanizada a lugares en los que la explotación era previamente muy difícil, y extraer así árboles de grandes dimensiones. En todo caso, la transformación de la sociedad española en su conjunto fue determinante. En el periodo que va de 1964 a 1975 la tasa de crecimiento del consumo de madera en España fue la más elevada del siglo; por el contrario, fue el periodo de más abrupta caída del consumo de leña, que se desplomó a partir de la mejora económica general que causó el fin del sistema agrario tradicional (ver datos en Iriarte, 2008). Las cortas, durante algo más de dos décadas tras la irrupción del bulldozer, que están bien documentadas, consistían en la explotación de pies de considerable diámetro que eran útiles para producir madera de sierra. En general, los pies delgados y los mal conformados permanecían sin cortar; solo esporádicamente se señalaba alguno para su aprovechamiento. Probablemente esta selvicultura no varió en gran medida de la que se había aplicado en los años previos; simplemente la maquinaria permitió extenderlas a nuevos lugares.

El 1 de enero de 1986 España entró en la Comunidad Económica Europea, a la vez que Portugal, y la Península Ibérica se abrió mucho más a los mercados globales. A finales de los años 80, fruto de la apertura económica, la madera de frondosas de los montes cantábricos dejó de ser rentable: ni la corta de los mejores árboles (floreo) era ya atractiva para los rematantes, que preferían comprar madera importada por precio y calidad. En el Valle de Mena, las últimas cortas de frondosas realizadas con el criterio de explotar los mejores pies tuvieron lugar a finales de los 80. A partir de mediados de los 90 se sustituyeron por claras; efectuadas, eso sí, con criterios muy diferentes de los actuales. De todas formas, hasta el más reciente quinquenio solo se realizaron unos pocos aprovechamientos en frondosas; tras dos décadas en que habían disminuido en gran medida, los años recientes han conocido su resurgir, con un cambio de enfoque que es extensamente tratado en este trabajo.

Con la decadencia de las cortas de frondosas a mediados de los años 80 del siglo XX, las cortas se realizaron casi exclusivamente en pinares, sobre todo de *P. radiata*, aunque puntualmente también se efectuaron claras en pino silvestre. *Pinus radiata* se explotaba mediante cortas a hecho, en general con dos claras previas y con un bajo diámetro medio del árbol explotado al final del turno (unos 30 cm); se puede decir que eran cortas a hecho prematuras, pero probablemente estaban bien adaptadas a las circunstancias del momento, comerciales y de riesgo de incendios. Solo muy recientemente se están ejecutando claras muy tardías en estos pinares, con el objetivo de que se instale regeneración, o aprovechar la existente, y que no sea preciso recurrir a la plantación.

Figura 2.8.6. Foto 42326. Restos de gran tronco de roble cortado con tronzador. Tocones similares se observan repartidos en muchos bosques meneses. Casi siempre son de roble, por la gran durabilidad de su madera, y aparecen incluso dispersos en rodales ahora dominados por otras especies arbóreas, haya sobre todo (Hornes, Valle de Mena).

2.8.4. Repoblación forestal

Las repoblaciones forestales, en sí mismas, no constituyen renovaciones. Si la repoblación se limitase a la dispersión de semillas por el hombre no sería un evento renovador en absoluto, por mucho que su efecto fuese decisivo en la dinámica posterior: sería un aporte de propágulos, como el que realiza el viento o los arrendajos, pero no un evento renovador. Si las repoblaciones forestales se clasifican como renovaciones es porque casi siempre van asociadas a una eliminación, de menor o mayor entidad, de la vegetación previa. Puede haber excepciones en montes quemados en los que no se realiza trabajo alguno de preparación, pero no es el caso habitual.

En el Valle de Mena, las repoblaciones han sido eventos decisivos en su dinámica forestal. Bien es cierto que mucho más por las especies introducidas en ellas que por el evento en sí. Pero en definitiva el efecto es muy evidente, incluso para el viajero sin especial formación forestal, ya que afecta al paisaje general menés.

Ya en las imágenes aéreas de 1946, de la Serie A del Vuelo Americano, se aprecian algunas pequeñas repoblaciones, circunscritas a los montes catalogados en Ordunte, a la zona de Ayega y a unas pocas fincas particulares dispersas por el resto del valle. Pero es a partir de 1960 cuando la actividad repobladora cobra un gran impulso, como una política de estado que era en aquel momento. El ritmo, con altibajos, se mantuvo un cuarto de siglo, hasta mediados de los años 80.

Las primeras repoblaciones se realizaron mediante hoyos a mano, por lo que su impacto como evento renovador fue pequeño; pero, sin mediar gran destrucción vegetal, su efecto ecológico fue decisivo. Con la generalización del uso del bulldozer a finales de la década de 1960 lo hizo también la construcción de terrazas como casi único método de preparación del terreno, sin importar mucho la situación de partida: era una receta generalista y se aplicaba sin realizar un mayor análisis. El impacto de las terrazas fue enorme; la geomorfología ha quedado alterada de forma muy duradera, dando a las laderas un aspecto muy artificial y constituyendo un problema para la ejecución de los aprovechamientos de madera. Al hacerse evidentes los inconvenientes de las terrazas, a partir de 1990, cada vez que se repoblaba de nuevo una zona preparada anteriormente por este método, se aprovechaba para deshacer las terrazas, con un sistema que era sumamente agresivo aunque efectivo: se movía tierra en línea de máxima pendiente, tapando las terrazas y acumulando cada cierto tiempo el excedente resultante, en grandes cordones que seguían las curvas de nivel. Sistema que por cierto guardaba evidente relación con otro que se utilizó desde los años 80 del siglo XX y durante unas dos décadas como método de preparación en terrenos no aterrazados, que consistía en decapar en profundidad el terreno y posteriormente

subsolar o hacer hoyos. Los decapados se utilizaban habitualmente tras corta a hecho de *Pinus radiata*; sobre terrenos no repoblados previamente se realizaron sobre todo entre los años 1995 y 2005, dentro del Programa de Forestación de Tierras Agrarias.

Figura 2.8.7 Foto 37962. En las repoblaciones forestales el evento renovador es la preparación del terreno y, en caso de que se efectúe, el desbroce, arranque, corta o quema de la vegetación preexistente. Cuando la preparación es por hoyos, con el tiempo el indicio más evidente de la plantación es el nuevo bosque desarrollado. Con preparaciones más agresivas, como son las terrazas, el evento renovador es perceptible durante décadas o siglos aunque la vegetación implantada haya desaparecido. En la imagen se ven repoblaciones de pino silvestre y pino radiata, con algo de *Pseudotsuga menziesii*. También se aprecia una zona en la que la repoblación ha fracasado (a la derecha del viejo rodal de *P. radiata*), que se plantó con frondosas, pero en la que es muy conspicua la preparación del terreno, que en este caso ha consistido en deshacer las terrazas preexistentes moviendo tierra de arriba abajo y generando grandes cordones por curva de nivel que son claramente perceptibles (Gijano, Valle de Mena).

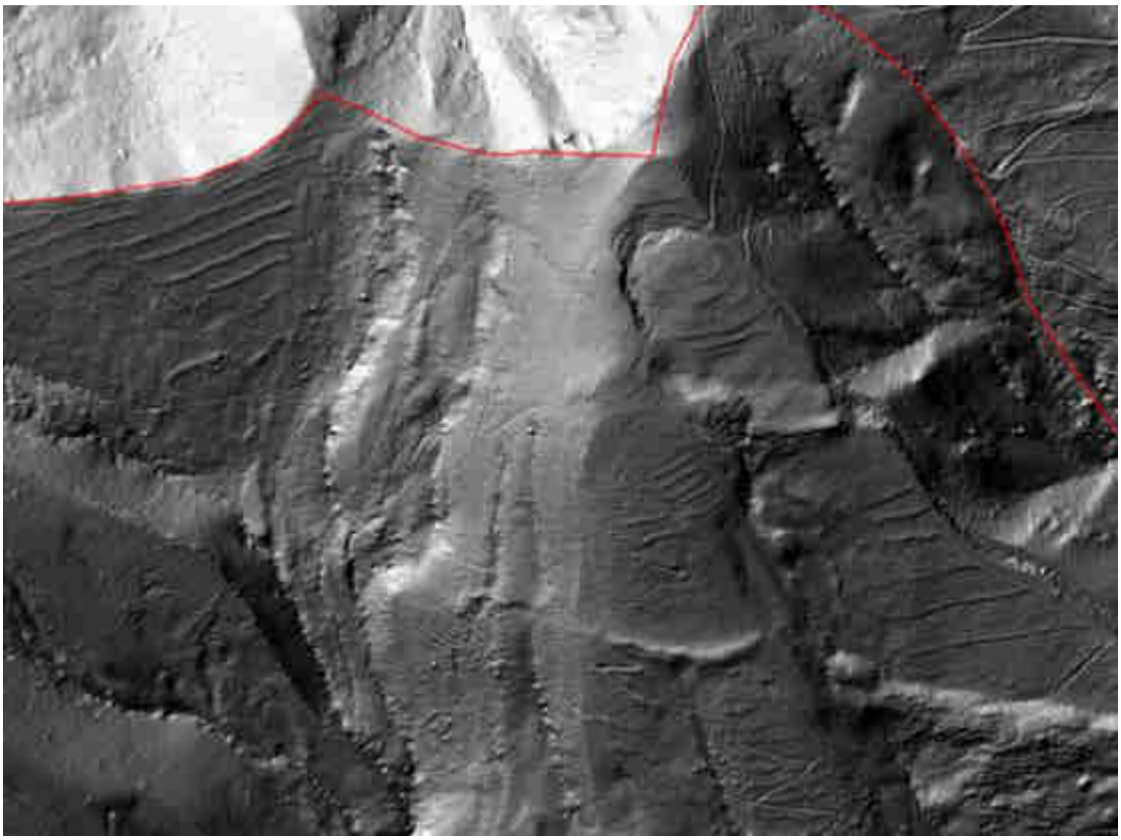


Figura 2.8.8. Sombreado de la superficie del terreno efectuado a partir de información lidar. Se trata de la misma zona de la fotografía anterior. Se aprecian perfectamente los efectos de la preparación del suelo previa a la plantación de varios rodales; se trata de terrazas y decapados en línea de máxima pendiente que van dejando grandes cordones. Además se pueden observar los trazados de varias pistas forestales, así como pasadas de bulldozer con apariencia caótica, efectuadas con ocasión de diversos trabajos forestales y de extinción de incendios; en todos los casos se trata de viales construidos para los fines del momento, sin una visión de conjunto. La acción del hombre ha dejado unas huellas demasiado permanentes en la geomorfología y, lo que es peor, todo este movimiento de tierras ha sido compatible con la ausencia de una pista forestal adecuadamente trazada, que pudiera servir de vía principal. La línea roja marca el límite de Burgos con Vizcaya; en esta última provincia, en la esquina superior derecha, se observa una pista general, y muchos ramales que son vías de desembosque.

Figura 2.8.9. Foto 43550. Repoblación de *Pinus radiata* efectuada sobre un brezal-tojal, excepto en una pequeña zona ocupada previamente por pinar, que se cortó a hecho. La técnica consistía en decapar en profundidad con un bulldozer, y todos los restos vegetales, tocones incluidos en caso de que antes hubiese árboles, mezclados con abundante tierra, se acumulaban en cordones que supuestamente debían de desaparecer con el tiempo, pero como se puede comprobar en la imagen, permanecen durante décadas. Los trabajos de repoblación se realizaron en 1991 y la imagen se tomó en diciembre de 2012. El sistema es efectivo para instalar especies colonizadoras como los pinos, pero modifica de forma duradera la topografía del terreno y, lo que es peor, el suelo acumulado en los cordones, que debería permanecer distribuido por la parcela, no está disponible para la mayor parte de los árboles, con todos los inconvenientes que ello implica (Burceña, Valle de Mena).

Figura 2.8.10. Foto 51229. El rodal de la imagen anterior, fotografiado en marzo de 2015. Tras efectuar una clara no especialmente intensa, y después de dos episodios de severos derribos, este es el aspecto de la anteriormente densa repoblación de *P. radiata*. El brusco incremento de espacio vegetativo permite ahora el desarrollo de herbáceas, que son aprovechadas por el ganado. Se desconoce en qué medida el decapado ha influido en la susceptibilidad frente al viento: con menos suelo el anclaje de los pies es peor, pero en este caso muchos de los pies fueron tronzados, no desarraigados (Burceña, Valle de Mena).

Figura 2.8.11. Foto 51621. Parcela de procedencias de haya instalada en 1989. Más de dos décadas y media después todavía se aprecia la preparación del terreno, en exceso agresiva: decapado en línea de máxima pendiente, con formación de un gran cordón de restos y tierra en la parte baja del rodal, que continúa presente; tras el decapado, subsolado también en máxima pendiente, con unas orejeras en los rejones para abrir más el terreno. El tipo de preparación, con eliminación total de la vegetación previa y de la mejor parte del suelo, es especialmente inadecuado para especies tan tolerantes y sensibles al sitio como el haya; la orientación de la ladera, a solana, incrementa los inconvenientes de la completa eliminación de unas plantas que, parcialmente respetadas (por ejemplo en una preparación en hoyos sin decapado previo), hubiesen ayudado a mantener el microclima forestal. Para completar las dificultades, las hayas están muy recomidas por el ciervo, que ha devenido muy abundante en los últimos años. Como resultado conjunto de todos estos factores, las hayas, aunque en su mayoría sobreviven, apenas levantan del suelo a pesar de llevar allí 26 años malviviendo (Nava de Ordunte, Valle de Mena).

2.8.5. Derribos

Durante los últimos siglos, los derribos eran algo que, en el Valle de Mena, afectaba solo a árboles individuales y a algún pequeño bosquete o rodal en zonas remotas que apenas se explotaban. Pero estos terrenos eran poco extensos, ya que la presión sobre el medio era muy elevada. Solo con el abandono de la explotación tradicional los derribos empiezan a ser un evento importante en el Valle de Mena, y están llamados a serlo mucho más en el futuro, a medida que la capitalización en existencias vaya llevando a los bosques más allá de los límites en los que son estables frente al viento.

Figura 2.8.12 Foto 39588. Derribos en bosque dominado por hayas y algunos robles. Se trata de un rodal inaccesible, en el que no se puede aprovechar la madera. Cuando los árboles adquieren una considerable talla y el volumen de madera por hectárea es elevada, el riesgo de derribo siempre existe, con y sin selvicultura. En este rodal los pies tenían unos 35 metros de altura, y con su caída han dejado el terreno enmarañado, difícilmente transitable; algo que contrasta vivamente con la facilidad para andar bajo estos altos fustales cuando no hay derribos (Gijano, Valle de Mena).

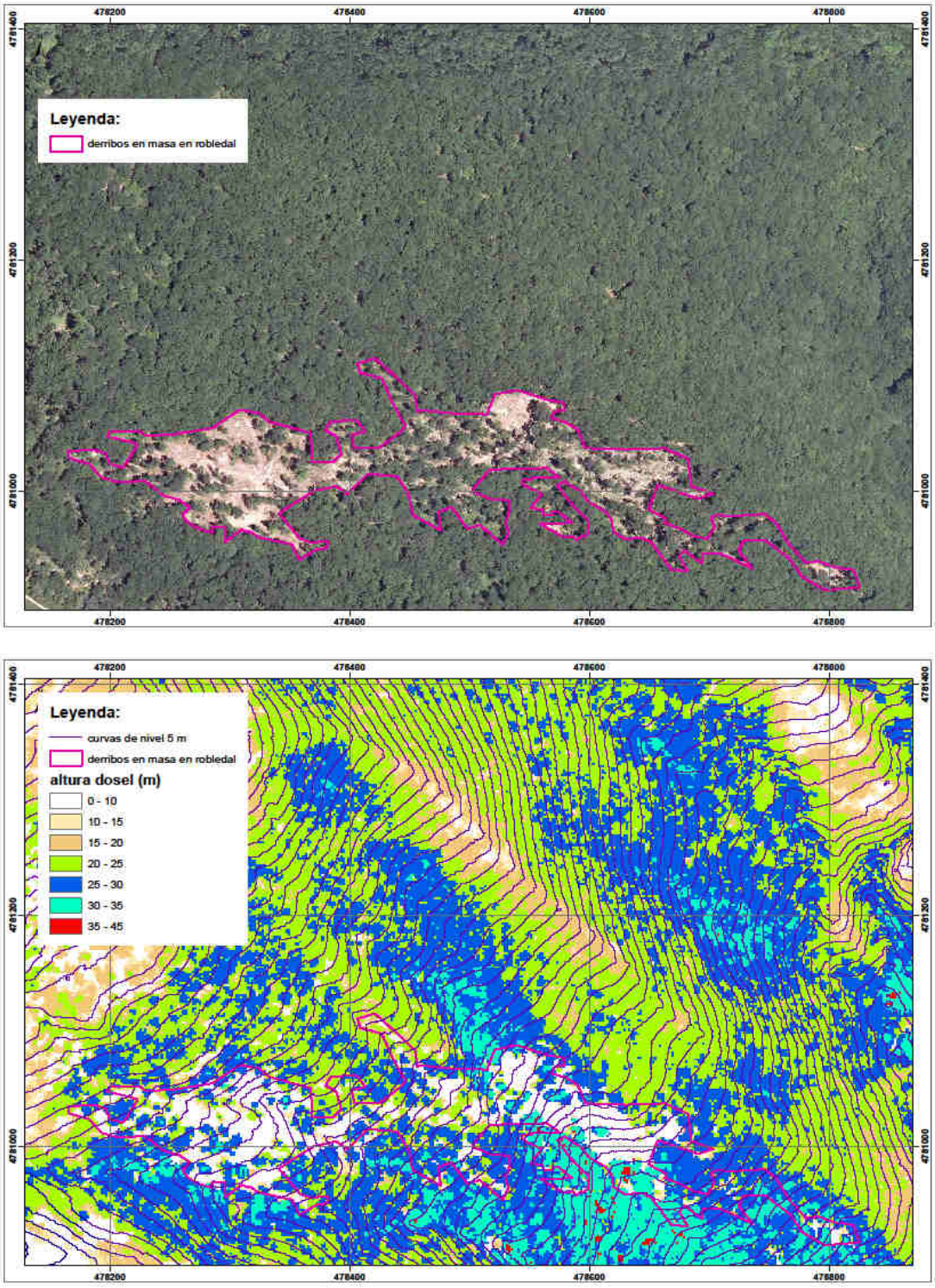


Figura 2.8.13. Derribos en un denso robledal, acaecidos como consecuencia de la ciclogénesis explosiva que tuvo lugar entre los días 25 y 28 de febrero de 2010. En el derribo de la izquierda, el más grande, se aprecian tramos de vías de saca efectuadas o repasadas para aprovechar la madera. Los derribos que se observan en el terreno y en la ortofotografía tienen un evidente reflejo en el mapa de alturas de vegetación proporcionado por el lidar. En ese mapa se constata además cómo la vegetación de más talla, entre la que se encontraba la derribada, se distribuía de forma agrupada en las vaguadas. Es una muestra de cómo superada cierta altura en el arbolado los derribos tienden a hacerse más abundantes y masivos, incluso con especies tan bien ancladas al terreno, y que pierden sus hojas en invierno, como los robles (Gijano, Valle de Mena).

2.8.6. Cartografía de los efectos de los eventos renovadores

La profunda transformación que se ha constatado en los ecosistemas meneses es producto del radical cambio en el régimen de renovaciones experimentado tras el fin del sistema agrario tradicional. Con el fin de evaluar, aunque sea someramente, en qué ha consistido este cambio, se han cartografiado los efectos de los eventos claramente observables en las imágenes de la Serie B del Vuelo Americano, de 1957, y en la actualidad (año 2015) (figuras 2.8.14 y 2.8.15). En estos dos instantes se recoge información de los años inmediatamente precedentes. Hay ciertos tipos de eventos, como, la repoblación forestal o la transformación de un ecosistema forestal en urbano, que en general dirigen el cambio en la vegetación de una manera tan duradera que su efecto es claramente perceptible décadas después de que hayan tenido lugar; otros sin embargo son mucho menos conspicuos en sus efectos a medio plazo, lo que no necesariamente equivale a que no sean relevantes.

Es necesario efectuar una precisión acerca de la metodología empleada: ha sido necesario renunciar a parte de la información moderna para hacer los datos comparables a los de 1957. En la actualidad se dispone de muchas más fuentes de información que permiten cartografiar los eventos recientes que sobre lo acontecido en los años previos del momento en que se captaron imágenes de la Serie B del Vuelo Americano; si se recogiesen en cada año los eventos de los que hay constancia, el análisis estaría muy sesgado en el sentido de que se estaría trabajando con más detalle con los acontecimientos modernos que con los de hace seis décadas. Para solventar este problema, solo se han recogido los eventos que aparecen claramente reflejados en la imagen más moderna disponible (que es del año 2014), y se han completado con los eventos más recientes que aparecerían reflejados en la imagen del 2015 si se hubiese realizado un vuelo ese año (básicamente, cortas a hecho). Por ejemplo, se ha renunciado a incorporar toda la información sobre incendios forestales, que es muy completa en la última década: a pesar de lo vistoso y fácil de ese trabajo, introduciría un gran sesgo al respecto a cómo se han identificado las superficies quemadas en 1957, año en que solo se han cartografiado las que se apreciaban en la fotografía aérea. Otro ejemplo es la renuncia a cartografiar el evento por ramoneo de grandes fitófagos silvestres, fácil de cartografiar en la actualidad pero imposible para 1957.

A pesar del objetivo de evitar un análisis sesgado, el radical cambio que ha tenido lugar en el régimen de renovaciones, y la dificultad para identificar todos los eventos que influían en 1957, conllevan algunas repercusiones que es necesario tener en cuenta a la hora de interpretar los mapas. Como expone Allué (1990), la cartografía, aunque se presente con un carácter meramente orientativo, "está fatalmente condenada a ser tomada muy en serio por los lectores". Esto es lógico, y más en nuestro ajetreado mundo moderno: los mapas ofrecen una visión sintética muy rápida y eficiente. Pero es necesario interpretarlos de una determinada forma, que podría ser muy diferente si hubiesen sido elaborados siguiendo otros criterios. En este sentido, debe tenerse en cuenta:

- Las cortas en 1957 aparecen sumamente infrarrepresentadas. Las carboneras dispersas por los montes no permiten albergar duda alguna acerca de que las cortas se extendían por prácticamente todos los montes. Pero solo unas pocas se aprecian en las imágenes de 1957: las cortas a hecho recientes. Sin embargo, las modernas claras dejan muchas más evidencias en las fotografías aéreas: las calles de desembosque, que se ejecutan asiduamente, se perciben más fácilmente desde un avión que desde el terreno.
- En ciertos casos ha sido muy difícil diferenciar, para 1957, un incendio de una roza manual. En principio los bordes son diferentes, pero a veces esto no está tan claro. Dado que, sin género de dudas, se aprecian muchas superficies afectadas por el fuego, se han clasificado las pequeñas superficies dudosas como quemadas; aunque pueda persistir en parte la duda inicial.
- Las repoblaciones están ampliamente representadas en 2015. El motivo estriba en parte en el criterio adoptado para cartografiarlas como evento renovador: se han incluido todas las que aparecían en la actualidad, salvo que la superficie ya estuviese repoblada en 1957 y no se hubiese vuelto a plantar.
- El criterio aplicado para las repoblaciones se ha empleado también con las infraestructuras: se ha reflejado como evento en 2015 todo el desarrollo que han experimentado desde 1957 hasta la actualidad.

En la leyenda de los mapas llama la atención que para 2015 se han consignado dos tipos de eventos nuevos:

- Desbroce. Ahora se identifica con facilidad porque se efectúa de forma mecánica. Posiblemente antes se realizasen rozas manuales, más difíciles de reconocer, y como se ha expuesto que se pueden confundir con incendios en las imágenes de 1957.
- Derribos. El intenso régimen de aprovechamiento tradicional, limitaba mucho los derribos en 1957. Además, si se producían, la madera se aprovechaba rápidamente.

La cartografía de los efectos de los eventos renovadores en dos años concretos no supone más que una pequeña pincelada en la caracterización del régimen de renovaciones del Valle de Mena. Se ha entendido que, para los objetivos perseguidos en este trabajo, era suficiente. El valor de esta cartografía se espera que no sea tanto ella en sí misma como los aspectos metodológicos que han permitido generarla. Lo efectuado para esos dos precisos momentos (1957 y 2015) se puede realizar en otras fechas en las que hay disponibles imágenes y así generar más información sobre el régimen de renovaciones. También se podrían recoger muchos datos de todo tipo (mencionados en el apartado 1.3.5) que permitirían retrotraerse mucho en el tiempo, aunque siempre con información fragmentaria, que no obstante debería servir para una caracterización mucho más precisa que la aquí efectuada. Pero se entiende que este ingente trabajo sería vano para predecir el futuro, que es el objetivo último de la ciencia ecológica: en el contexto actual, de profundo cambio, el régimen de renovaciones anterior a mediados del siglo XX, el que imperaba durante el sistema agrario tradicional, no servirá en absoluto para estimar las tendencias futuras, sino solo para interpretar el pasado; y con ese objetivo se estima suficiente con un esbozo como el aquí efectuado.

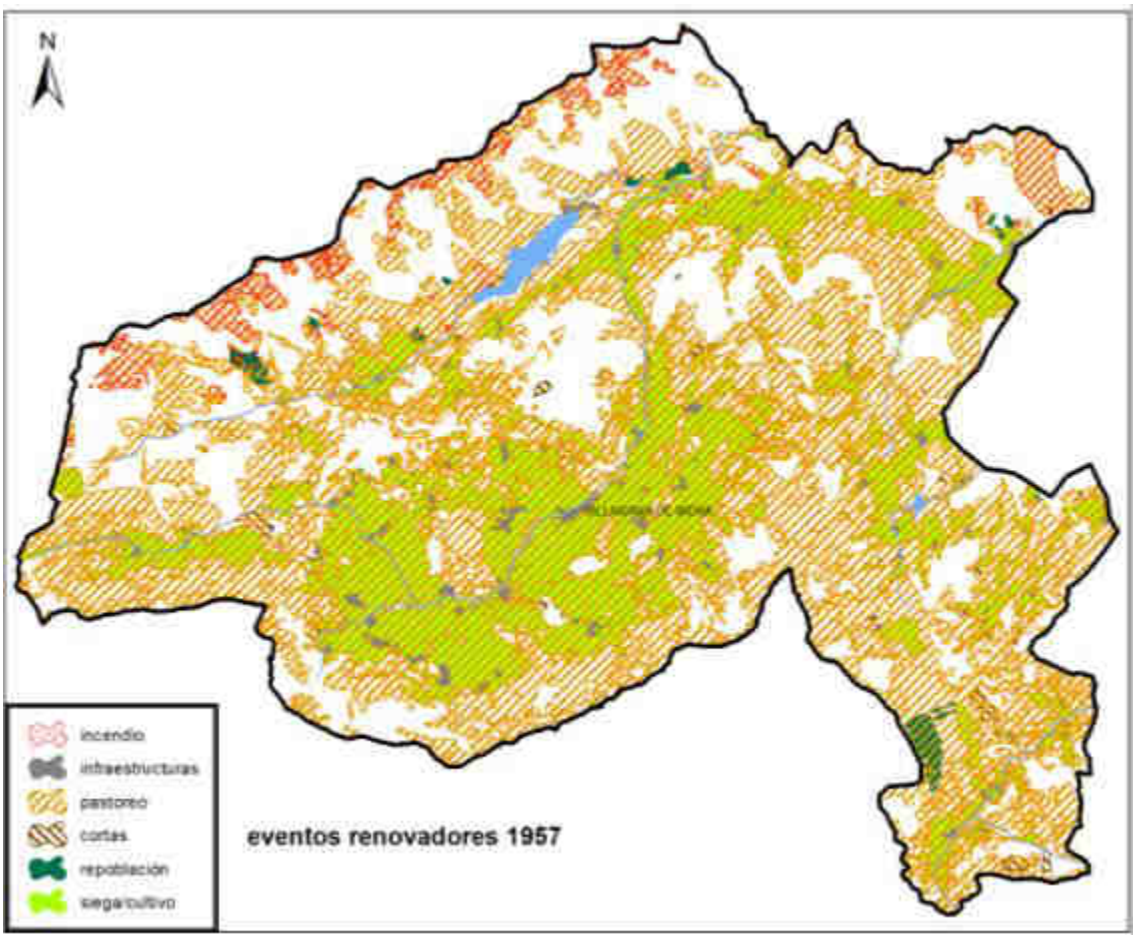


Figura 2.8.14. Eventos renovadores que se aprecian en las imágenes de 1957.

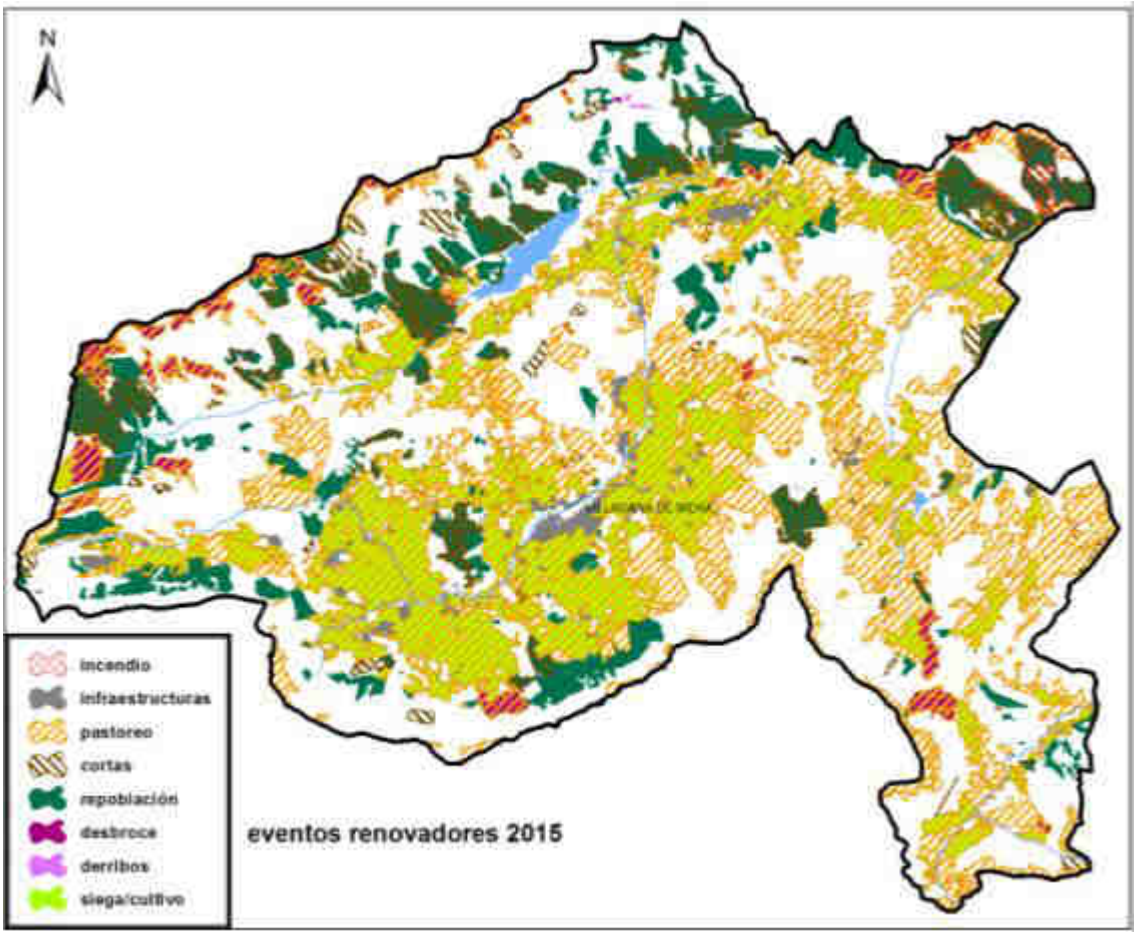


Figura 2.8.15. Eventos renovadores que se aprecian en las ortofotografías del año 2014, completados con información de campo correspondiente al año 2015.

Por supuesto, además de los representados en las figuras…, muchos otros eventos han acaecido, pero sus huellas no han resultado evidentes en las imágenes utilizadas, ni se han completado con información de campo. Un ejemplo en este sentido son las cortas tradicionales: estas se realizaban sin el concurso de la moderna maquinaria y, dado que no se necesitaban pistas ni calles de desembosque, solo se aprecian de forma indudable en las imágenes de 1957 cuando se realizaban cortas a hecho; pero es claro que la abundancia de carboneras e infraestructuras asociadas (caminos, casetas para los carboneros), en todos los montes que estaban arbolados en 1957, indica que eran objeto de cortas en su práctica totalidad, tanto para obtener carbón como para otros usos. Otro ejemplo, de suma trascendencia, ocurre con los incendios: en el productivo clima menés, solo los más recientes se identifican de forma inequívoca por sus efectos en las fotografías aéreas. Esto implica que se subestime cartográficamente respecto a las repoblaciones, cuya repercusión a medio plazo es mucho más obvia en las imágenes. En este sentido, se podría afirmar que en los montes de Ordunte y en la zona de Ayega, en las últimas décadas, el fuego ha recorrido prácticamente todos los lugares excepto el fondo de algunas vaguadas especialmente resguardadas del fuego. Esta afirmación se basa en el testimonio de los profesionales forestales que han trabajado durante más tiempo en el valle y en los indicios de variado tipo presentes en los montes, en particular cicatrices de fuego en los árboles, que en general se aprecian exteriormente durante décadas y en todo caso lo hacen de forma indeleble en el interior de sus troncos, como se observa al cortarlos (ver figura… -foto 43817). A pesar de tener constancia de estos eventos, su precisa representación cartográfica es una tarea sumamente compleja: por una parte, el terreno quemado, en Mena, se cubre de verde con gran rapidez, sobre todo si el incendio ha sido primaveral; por otra parte, los incendios de suelo bajo bosque cuando no afectan a las copas de los árboles, que han sido muy comunes en los montes de Ordunte hasta hace dos décadas, no dejan huella alguna en las imágenes aéreas.

Figura 2.8.16. Foto 52848. En el suelo del bosque, dominado por hayas y algunos robles, se observan dos pequeños rellanos. Aunque pueden resultar semejantes, y los dos guardan relación con eventos renovadores, su origen es muy distinto: el más cercano es un hoyo generado por un derribo, rellenado con el paso del tiempo y en cuyo montículo hay ahora un roble; el ubicado en segundo plano es la plataforma de una antigua carbonera, que están distribuidas por todo el monte. En este rodal, ni las cortas asociadas a las carboneras ni los derribos han sido identificados en las imágenes de 1957 (comprobar en mapa de eventos). El derribo, a juzgar por el tamaño del roble que crece en el borde del rellano cercano, tuvo lugar mucho antes de ese año, pero hay constancia de que la fabricación de carbón se mantuvo en los montes meneses hasta fechas relativamente recientes; de forma residual al menos hasta los años 60 del siglo XX. En todo caso, los eventos que afectan a pies individuales son difíciles de detectar en las fotografías aéreas de 1957, y también en las modernas salvo que se aprecien otros indicios como calles de desembosque (no se efectuaban en 1957, al menos de forma sistemática) o los pies derribados (que en la actualidad es más probable que permanezcan varios años en el monte, o incluso que no se exploten nunca) (Hornes, Valle de Mena).

Figura 2.8.17. Foto 52369. Rodal con aspecto de no haberse intervenido en muchas décadas. Está poblado por árboles altos, y no se observan restos de tocones; algo que por otra parte no exige demasiado tiempo en hayedos, mucho menos que en robledales, ya que la madera de haya se descompone con relativa rapidez. No obstante, la carbonera con su plataforma y su murete de piedras, y otros indicios, la antigua y extensa red de caminos en particular, dejan pocas dudas acerca de que las cortas fueron en otro tiempo generalizadas aquí. La edad de las hayas acota temporalmente la fecha de abandono de la carbonera, estableciendo un mínimo (Quintanilla del Rebollar, Burgos).

2.8.7. El abrupto fin del tradicional régimen de renovaciones

La comparación entre los eventos que dominaban en 1957 y hoy en día, puesta de manifiesto en la cartografía elaborada, deja poco margen de dudas acerca de la transformación sufrida por el régimen de renovaciones, que pasó del característico en el sistema agrario tradicional a uno muy diferente, que es el actual. El cambio fue sumamente rápido desde 1957 y durante unas tres décadas: a mediados de los años 80 del siglo XX se puede considerar instalado un nuevo régimen. Los principales cambios han sido:

- Los incendios se vuelven más virulentos debido a la acumulación de combustibles.
- Práctica desaparición de los cultivos agrícolas.
- Descenso del pastoreo en los montes. Variación de la composición de la cabaña ganadera, con dominio del ganado vacuno, irrupción del equino y acusada disminución del ovino y práctica desaparición del caprino. El régimen de manejo del ganado ha cambiado de forma radical, simplificándose enormemente: no hay apenas custodia del ganado, y este pasta libremente, lo que contrasta con el régimen tradicional, en el que había un seguimiento y dirección mucho más continuos. Cada vez hay menos ganaderos con mayor número de cabezas cada uno. Se potencia y dirige hacia las mejores zonas, en las que se realizan diversas labores de mejora (desbroces y abonados, fundamentalmente). El cambio en las razas de ganado y en la forma de su manejo también ha tenido repercusiones sobre la vegetación forestal. Por ejemplo, se ha observado que las razas de vacuno ancestrales, como la monchina, tenían un impacto menor sobre las repoblaciones que hoy en día, con razas como limusina y asturiana de la montaña; los daños se concentran en las zonas bajas, próximas a los pueblos.
- Espectacular aumento de los grandes fitófagos silvestres. Al principio lo hicieron el corzo y el jabalí, y posteriormente el ciervo.
- Disminución de las cortas vecinales de leña. Casi no se efectúan cortas comerciales en los bosques de frondosas.

2.8.8. Cambios más recientes en el régimen de renovaciones

En la actualidad nos encontramos en otro momento de cambio en el régimen de renovaciones, tras su transformación radical ocurrida durante los años 60 del siglo XX, con el fin del sistema agrario tradicional. El cambio ahora puede ser también muy trascendente si se consolida la tendencia de los últimos años hacia la supresión de los incendios forestales, antes sumamente frecuentes en el valle, y gran freno para la recuperación forestal a pesar de la brusca disminución de los aprovechamientos tradicionales. Además de la variación en el régimen de incendios, principal motor de la renovación, otros dos cambios están afectando en los últimos años:

- El ciervo, repoblado en el año 1980 en el contiguo Valle de Carranza, ha pasado a constituir en la actualidad un agente renovador de la máxima relevancia, sobre todo porque, allí donde abunda, impide el establecimiento de nuevos brinzales de casi todas las especies arbóreas, con excepción del haya que, aunque sufre grandes bajas y se presenta recomida, acaba por establecerse. De esta forma, dirige los procesos sucesionales de forma tan efectiva como inadvertida para la mayoría de los observadores.
- La gestión forestal de los montes de utilidad pública meneses se está alejando progresivamente de sus antiguos paradigmas que diferenciaban bosques productivos y de conservación, buscando en todos los montes la compatibilización de producción sostenible de recursos, mejora ecológica y un entorno agradable para las actividades recreativas; a este respecto, la proximidad del valle a Bilbao hace del Valle de Mena un lugar muy frecuentado. Con el cambio de mentalidad, los efectos en los montes ya se han dejado sentir, en forma de mayor abundancia de masas mixtas, menos cortas a hecho y muchas más claras, tanto en pinares viejos como en bosques espontáneos.

Figura 2.8.18. Aquí se ha caído de una vez, en un derribo masivo, una superficie continua de robledal de una hectárea (ver figura… derribo Gijano 2 y derribos 540 con curvas de nivel); otras extensiones semejantes se han caído en este monte y en otro contiguo. Aunque las bellotas llegan con abundancia al terreno, y de hecho se observan multitud de pequeños brinzales de roble, el regenerado no llega a establecerse debido a la excesiva presión de fitófagos, ciervo en particular, que ha bloqueado los procesos de regeneración, de momento durante 6 años después del derribo. El terreno se encuentra cubierto de helechos, zarza, arándano, brezo (*Erica cinerea*), con presencia de *Hypericum androsaemum* y otras herbáceas, como la invasora *Cortaderia selloana*, visible en la imagen. A pesar del dramático efecto ecológico, es un riesgo subestimado debido a que el agente causante cuenta con la simpatía del público en general (no hay más que pensar en Bambi) y además su efecto no se percibe de forma inmediata (Gijano, Valle de Mena).

Figura 2.8.19. Ciervo macho en el derribo de la imagen anterior (Gijano, Valle de Mena).

Figura 2.8.20. También en el Valle de Mena, pero en los montes de la Peña (en lugar de los de Ordunte de la imagen anterior), donde no ha llegado el ciervo y tampoco hay presión ganadera, los procesos de regeneración se desarrollan con normalidad. Aquí se ve cómo en cualquier pequeño hueco prolifera la regeneración de varias especies (haya, fresno, arce, tilo, roble, acebo, etc.), algunas de ellas muy apetecidas por los fitófagos (Cadagua, Valle de Mena).

Figura 2.8.21. Foto 51235. Cuarta clara en repoblación de *Pinus radiata*. Se ha efectuado recientemente, como prueban los restos de la corta, todavía verdes. Se ven varios tocones. Bajo el pinar se ha instalado una abundante regeneración anticipada de varias especies de frondosas (ver también figura…), aquí sobre todo *Quercus robur*. A pesar del gran tamaño de los pinos cortados y extraídos, que supera en algunos pies los 70 cm de diámetro normal y los 25 m de altura maderable, los daños a los pinos remanentes y al regenerado de frondosas han sido mínimos, gracias a un cuidadoso señalamiento y a una esmerada ejecución, en la que es de destacar la pericia del operario del arrastrador, así como el seguimiento de los agentes medioambientales (Nava de Ordunte, Valle de Mena).

Figura 2.8.22. Clara en robledal. La elevada pendiente provoca que solo se aproveche una banda de unos 100 m, o poco más, a ambos lados de la pista: unos 70-80 m hacia abajo y unos 30 m hacia arriba de la misma. El arrastador está cableando desde la pista, ya que en este terreno no puede transitar por el monte, salvo que se le incorpore un cabrestante sincronizado. La pista se ha abierto recientemente, pagada por el maderista y con el objetivo de servir para la corta pero también para la gestión del monte en general. La trascendencia ecológica de las claras va en consecuencia mucho más allá de su simple efecto directo. Por ejemplo, al disponer de una mejor infraestructura viaria se favorecen las labores de vigilancia de la guardería y las de extinción de incendios forestales. La incorporación de los bosques de frondosas al campo de aplicación de la selvicultura la ha revolucionado en los cinco últimos años (Gijano, Valle de Mena).

2.8.9. Tendencias dinámicas: una ojeada al futuro

El régimen de renovaciones, por el hecho de depender de varios tipos de sistemas caóticos, es muy elusivo frente a predicciones a largo plazo. Incluso a corto plazo pueden aparecer eventos imprevistos y de una naturaleza completamente diferente a la que tenían los que los precedieron. Para ilustrar esta idea es suficiente analizar lo que podría pensar un hombre que solo hubiese conocido la vida en el sistema agrario tradicional menés. Para él sería completamente inimaginable que los bosques iban a cubrir los pastizales, que la madera se pudriría en el monte sin aprovechamiento, que desaparecerían los montes adehesados, que habría derribos masivos en los bosques, que los jabalíes iban a bajar a los pueblos o que el ciervo se convertiría en un agente decisivo. Teniendo tan cerca un cambio tan radical, sería en exceso presuntuoso pronosticar el futuro en el pensamiento de realizar una prognosis certera: simplemente cabe esbozar unas posibles tendencias, basadas forzosamente en lo que conocemos. No importa si el cambio radical sobreviene por un meteorito que impacta sobre la tierra, por la introducción de un organismo exótico y devastador, por una revolución tecnológica o una transformación socioeconómica: el hecho es que tarde o temprano sobrevendrá un evento que desbaratará cualquier predicción a largo plazo. En los ecosistemas, como en cualquier sistema complejo, eventos imprevisibles por ser muy infrecuentes, o completamente diferentes a los que les precedieron, son decisivos en su trayectoria. Es la teoría del cisne negro (Taleb, 2007), que tiene aplicación en muy diversos campos. La evolución de las sociedades humanas, y en particular de su economía, son especialmente proclives a estos eventos extraordinarios y decisivos (ver también: Taleb y Sandis, 2014).

No obstante lo expuesto sobre el carácter intrínsecamente impredecible del régimen de renovaciones, con la información de la que se dispone hoy en día se pueden aventurar una serie de tendencias:

- Se logrará un uso del fuego más acorde con la situación actual de los montes. En este sentido, es deseable y previsible que se consoliden los avances de los últimos años en cuanto a que la población local vaya dejando de hacer un uso incontrolado del fuego.
- En la medida que los combustibles se vayan acumulando y si las predicciones climáticas de un mayor calentamiento se cumplen, se incrementará la probabilidad de ocurrencia de algún gran incendio. Aunque las causas tradicionales para quemar el monte vayan reduciéndose, no es descartable la acción de algún incontrolado, del rayo o un accidente. En contra de los grandes incendios juega el hecho de que, si se rompe el ciclo según el que el fuego favorece las especies pirófitas, en el húmedo clima de Mena los bosques son relativamente poco inflamables; pero desde luego en absoluto incombustibles, y siempre se darán algunos días de sequía y fuerte viento en los que la propagación afectaría a casi todo tipo de montes.
- Las cortas, a medida que los bosques van acumulando existencias, deben ir incrementándose y extendiéndose a todo tipo de bosques. Hasta hace aproximadamente un quinquenio las cortas se circunscribían prácticamente a las repoblaciones de coníferas, sobre todo de *Pinus radiata*. Esto ha cambiado recientemente, con la incorporación de muchos bosques de frondosas a un ciclo de claras, pero todavía se trata de un porcentaje pequeño respecto al crecimiento total de estos tipos de bosques. El futuro deseable, y en principio se va por ese camino, es que las cortas se conviertan en el más extendido y decisivo evento renovador en los bosques de Mena, sin importar su especie dominante. Las únicas excepciones deberían ser unos pocos bosques que se decida no explotar por motivos científicos o de inaccesibilidad.
- En este nuevo panorama selvícola que se esboza, las repoblaciones forestales apenas tendrían sentido, salvo acciones más o menos puntuales.
- Los desbroces deberían circunscribirse a las zonas más querenciosas para el ganado, que son más o menos las que ya ahora se desbrozan. Es decir, parece razonable una cierta constancia en este tipo de evento.
- Los derribos seguirán su tendencia a aumentar. Los derribos masivos, ahora poco más que anecdóticos, empezarán a convertirse en un agente decisivo, el principal en los bosques en que no se implante la selvicultura. El incremento de este tipo de eventos se deberá sobre todo a la acumulación de existencias y a los pies cada vez más esbeltos e inestables en los bosques no tratados selvícolamente; de forma secundaria y más incierta, las tendencias climáticas parecen apuntar a una mayor frecuencia de fenómenos extremos como vendavales y episodios de precipitaciones intensas.
- La renovación debida a sequías, granizadas, heladas, aludes y otros eventos relacionados con la meteorología parece probable que aumente, por la mayor frecuencia y virulencia de los

agentes que la provocan fruto del cambio climático. En todo caso, se trata de un grupo de eventos en exceso heterogéneo para efectuar predicciones conjuntas.

- Las plagas y enfermedades son especialmente esquivas a una predicción realista. En principio, las características del mundo moderno, en el que los intercambios globales favorecen la difusión de patógenos, los presumibles efectos del cambio climático y la menor tasa de renovación por otros eventos respecto al sistema agrario tradicional, hacer presagiar que plagas y enfermedades van a influir cada vez más en la dinámica forestal. Eso sí, puede existir un contrapeso a este aumento de riesgo en caso de que definitivamente se instale una selvicultura más basada en el conocimiento de los procesos ecológicos y menos "industrial".
- La muerte debido a elevada concurrencia tenderá a aumentar, al menos en una primera fase: tras décadas de capitalización tras el fin del sistema agrario tradicional, los bosques van teniendo una densidad que provoca el autoaclareo. Solo la selvicultura puede evitar que este evento sea ubicuo en los bosques; pero en todo caso parece probable un aumento, que ya se da en los bosques en los que el abandono es más antiguo o la calidad de estación más elevada (ver, por ejemplo, figura… -Sarón-).
- A medida que cada vez existirán más bosques en las fases de culminación y relevo, la renovación por simple decrepitud de los pies dominantes irá aumentando. Hoy día en Mena son muy poco abundantes los árboles que han culminado su crecimiento en altura, y muy escasos los que han llegado a su límite biológico por edad o por tamaño. A este respecto hay que tener en cuenta que la edad en las plantas es un factor con unas repercusiones cualitativamente diferentes de las que genera en los animales: en los árboles crecer es vivir, sus órganos y tejidos vivos son siempre jóvenes y pueden tener un problema de supervivencia más por su excesivo tamaño que por la edad en sí (Thomas, 2000).

2.9. EXPLICACIÓN DE LOS CAMBIOS OBSERVADOS ENTRE 1957 Y 2015

Tomando como base los mapas de vegetación de 1957 y los actuales, elaborados en ambos casos según la metodología aquí desarrollada, y suponiendo que han actuado los eventos renovadores cartografiados, y otros no delimitados pero que teóricamente también han acaecido, sería posible establecer una explicación causal los cambios detectados. Se ha evaluado la conformidad de esos cambios con el modelo dinámico, contraponiendo crecimiento con renovación, e interpretado todo desde un punto de vista sucesional. Se han analizado las discrepancias encontradas (dinámicas no previstas) y se proponen hipótesis explicativas de esas diferencias, tanto si se piensa que son originadas por información incompleta (en particular, por eventos no registrados y porque los datos de la vegetación de 1957 son menos precisos) como por posibles limitaciones del modelo en sí o de algunas de las fuentes de información utilizadas. Además de lo expuesto en este apartado, en los anexos se pueden encontrar más ejemplos de dinámicas de territorios concretos.

2.9.1. Influencia de las renovaciones en la composición específica

La correlación entre eventos y ecosistemas es sumamente difícil de establecer, sobre todo porque el inventario de renovaciones es siempre incompleto. Adicionalmente, dado que la vegetación y otros componentes del ecosistema responden de forma integrada a un conjunto de factores, discriminar el efecto de los eventos renovadores es tarea compleja, por la multitud de variables con presunta causalidad implicadas, y por el hecho de que ellas no sean independientes entre sí (ver figura… -la foto de Centenales-).

Como se ha expuesto en el apartado 1.3.5, aunque se puedan efectuar generalizaciones respecto al efecto de los eventos renovadores, en cada ecosistema en concreto las repercusiones son diferentes. En cada lugar, cada proceso ecológico de gran calado, como lo ha sido la denominada transición forestal asociada al fin del sistema agrario tradicional, unas especies se ven beneficiadas y otras perjudicadas: en el complejo mundo real, nunca es posible mejorar a la vez las condiciones del hábitat para todos los organismos que componen un ecosistema, pues cada uno de ellos tiene unos requerimientos específicos y unas condiciones en las que se desarrolla y reproduce mejor, y no es extraño que las preferencias de cada taxon sean incluso contrarias. En este sentido, en Mena, la transición forestal ha implicado estas dos tendencias contrapuestas:

- La nueva situación ha conducido a un aumento general del bosque y de la fauna silvestre. Algunas especies, como el haya, el jabalí o el ciervo han proliferado “en exceso”.
- Los perdedores en la nueva situación: animales y plantas de sitios despejados (perdices, terófitas), y en general organismos que no han resistido bien el aumento desmesurado de otros (robles, tejos, visón europeo).

A continuación se van a concretar para la vegetación del Valle de Mena algunas de las generalidades desarrolladas en el capítulo 1. Se debe tener presente que, no obstante la mayor concreción, siguen siendo simplificaciones y que solo en cada caso se podrá predecir el resultado preciso, teniendo en cuenta todos los atributos de la serie temporal de eventos (tipo, intensidad, extensión, época del año en que tuvo lugar) y del ecosistema (especies presentes, talla, distribución, momento dinámico, características del medio geoclimático).

Plantas que tienden a extenderse con los incendios, cortas a hecho y en general con eventos intensos

Terófitas en general

Otras herbáceas

Ulex spp.

Erica spp.

Daboecia cantabrica

Quercus ilex

Quercus pyrenaica

Plantas que tienden a extenderse con los derribos, claras suaves, muerte por elevada concurrencia o decrepitud

Fagus sylvatica

En general, árboles tolerantes

Plantas que tienden a extenderse con elevada presión de grandes fitófagos

Herbáceas en general

Fagus sylvatica

Figura 2.9.1. Foto 45353. Dentro de los montes de Ordunte, su parte occidental ha sido tradicionalmente la más castigada por los recurrentes incendios. Eso explica la práctica ausencia de robles en ese sector, que contrasta con su abundancia más al este, y su sustitución por rebollos, que cuentan con unos prodigiosos mecanismos de supervivencia ante reiterados incendios (fundamentalmente la extraordinaria capacidad de emitir brotes de raíz). Muchos de los rebollos presentan grandes heridas de fuego a medio cicatrizar, dando cuenta de lo relativamente reciente de los incendios (Burceña, Valle de Mena).

El régimen de renovaciones no es independiente de la propiedad de los terrenos. Los propietarios tienen sus necesidades y preferencias que, de un modo u otro, se acaban trasladando a sus actividades fundiarias. Y estas imponen un régimen de renovaciones concreto y diferente o, cuando no son importantes, matizan el general de la zona. A este respecto es ilustrativo el caso del monte de La Sobrada, que se ubican en el extremo occidental de los Ordunte. El origen de esta propiedad se remonta al proceso de división de los montes de Ordunte, que en su origen pertenecían a una agrupación de pueblos: las líneas rectas que dividen los terrenos de cada propietario actual, la posición marginal del monte de La Sobrada e incluso el propio nombre de “La Sobrada” (presuntamente lo que sobró tras asignar cada trozo de monte a un propietario), muestran de forma elocuente el proceso de reparto. El caso es que los pueblos, lógicamente, tenían mucho más interés en conservar el arbolado del terreno propio que el del común con el resto de las entidades comuneras que forman el ahora denominado consorcio “Junta de Bienes de San Bartolomé de los Montes”.

2.9.2. Repercusiones del fin del sistema agrario tradicional

El fin del sistema agrario tradicional inicia un periodo de intenso cambio denominado estado de recuperación o transición forestal. La radical transformación del régimen de renovaciones, puesta

de manifiesto en la comparación de los eventos detectados en las imágenes de 1957 y de 2009, es el principal agente generador de lo que podríamos denominar una auténtica revolución ecológica, algunas de cuyas manifestaciones son:

- Transformación de campos de cultivo en prados o pastizales
- Invasión de pastizales por matorrales
- Expansión del bosque
- Masas cerradas donde eran abiertas
- Fustes rectos donde eran tortuosos
- Matorrales de gran talla
- Espectacular aumento de las existencias de madera
- Detención generalizada de los procesos erosivos

El cambio radical de condiciones tras el fin del sistema agrario tradicional ha modificado la dinámica ecológica en sus más variados aspectos. Quizá lo más importante sea reconocer que no solo han cambiado los ecosistemas, sino que también lo ha hecho, y profundamente, su dinámica: es el cambio del cambio. Y, por supuesto, como una de las variadas consecuencias, necesitan adaptarse a la nueva situación los más variados atributos que habitualmente se utilizan para delimitar ecosistemas, para clasificarlos o para cualificarlos. Por ejemplo, asociada a la densificación de las masas ha cambiado la forma de los árboles. Donde antes abundaban los pies ramosos ahora lo hacen árboles espigados, de la misma o diferentes especies. La talla de la vegetación ha tendido a incrementarse de forma pareja a la densidad, lo que explica, de forma conjunta, el abultado incremento de volumen de madera que detectan los inventarios forestales y que se ha puesto de manifiesto para Mena en el apartado 2.7.5. En general, las relaciones biométricas de los árboles se han modificado profundamente, hasta el punto de quedar completamente desfasadas las tarifas de cubicación de una entrada en las que el volumen se correlaciona con el diámetro normal, e incluso necesitan adaptarse las que relacionan el volumen con el diámetro y la altura.

Figura 2.9.2. Foto 52429. Afortunadamente no se cortó el roble pensando que era un mal genotipo para producir madera de calidad, por su porte ramoso y achaparrado: la siguiente generación de robles, que con gran probabilidad son sus descendientes, presentan un magnífico porte. Las diferentes condiciones de densidad en que se desarrollaron ambas generaciones explican la radical transformación (monte Río Nela, Burgos).

Una de las repercusiones más características del cambio del régimen de renovaciones tras el fin del sistema agrario tradicional lo constituye el proceso denominado matorralización: la transformación de los pastizales en matorrales y, en general, la invasión por matas de una gran variedad de ecosistemas en las que antes no estaban muy difundidas. Este proceso ha sido

considerado como una de las principales causas de la proliferación de incendios forestales en la Península Ibérica. Su origen parece evidente: la menor presión, sobre todo ganadera, ha llevado al embastecimiento de los pastizales. Antes el ganado mantenía a raya a las matas, favoreciendo las especies herbáceas; en ese cometido contaba con la inestimable ayuda del campesino, que cortaba, arrancaba o quemaba las matas con las que no había sido capaz de acabar el ganado y que estorbaban a sus propósitos.

Figura 2.9.3. Foto 48293. Bosque abierto de grandes hayas, en su mayor parte trasmochas. La imagen ejemplifica varias de las consecuencias del abandono de las actividades tradicionales. Por una parte, en el dosel superior, la falta de podas en los viejos árboles, cuyo porte fue configurado por ellas; las ramas han crecido tanto que poco a poco su peso hace que se vayan desgajando del tronco, dando a los pies estas formas características (ver figura…). Por otra, en el subpiso, el proceso de matorralización de lo que antes era una dehesa. Además del abandono del pastoreo, el fuego es clave en la interpretación de la dinámica y de la historia de eventos en el rodal: el denso estrato bajo las hayas está compuesto por brezos (sobre todo *Erica cinerea*; también puntualmente *Erica arborea*, que adquiere mas talla), cuya presencia sería muy improbable sin la intervención del fuego. De hecho, la estructura es característica de bosques afectados periódicamente por incendios de suelo, el último de los cuales acaeció hace unos 25 años. Como desde entonces no ha intervenido el fuego, y a pesar de la creciente presión del ciervo, se van instalando algunas hayas y acebos. En la parte alta, a la izquierda, se ven algunos troncos de árboles muertos, todavía en pie, probablemente quemados en alguno de los innumerables incendios que han afectado esta parte alta de los montes de Ordunte. La estructura tiene como singular el hecho de que, en los montes cantábricos, los estratos de matas pirófitas bajo arbolado se dan casi siempre bajo robles, puesto que las hayas, con su fina corteza, desaparecen ante incendios repetidos; la explicación radica en que, en el manejo tradicional, el fuego era de muy baja intensidad, puesto que se aplicaba en un terreno muy pastado y además el periodo de recurrencia era bajo (Hornes, Valle de Mena).

2.9.3. Diagnosis dinámica

La dinámica que han experimentado los montes en el Valle de Mena durante las últimas seis décadas ha resultado ser un magnífico exponente de una serie de ideas generalistas que se pueden resumir en los puntos que figuran a continuación:

- Los ecosistemas forestales son sumamente dinámicos: experimentan acusados cambios con o sin intervención de eventos renovadores intensos. Solo cuando estos eventos actúan dentro de márgenes espaciales y temporales muy concretos es posible una cierta constancia; algo sumamente difícil de que ocurra de forma espontánea, y que no es tampoco tarea fácil para el hombre. Para lograrlo tendría que oponerse a las tendencias naturales y a las que alberga en sus propias formas de organización. El Valle de Mena en su conjunto es un buen ejemplo de cómo la falta de renovación conduce a una profunda trasformación ecológica en un plazo relativamente corto.
- La rápida transformación ecológica del Valle de Mena en el periodo analizado muestra que no solo cambian los ecosistemas, sino también sus propias dinámicas. Los procesos que hoy rigen los montes meneses son muy diferentes de los que los dirigían hace seis décadas, fruto del drástico cambio en el régimen de renovaciones.
- Los ecosistemas responden a una concatenación precisa de una serie de factores concretos, y no a condiciones medias. Por eso son tan poco útiles explicaciones dinámicas que encajen en un estrecho abanico de opciones las posibles rutas ecológicas.
- En las tendencias sucesionales, en ausencia de eventos de alta afección, se observa un progresivo aumento de la talla y la tolerancia. Esta dinámica general es compatible con excepciones.

El fin del sistema agrario tradicional ha tenido en el Valle de Mena unas repercusiones que se asemejan a lo que ha ocurrido en muchos montes ibéricos. Las analogías son mayores con otros montes cantábricos, aunque en cada lugar concreto los efectos encierran peculiaridades, derivadas en la Cordillera Cantábrica sobre todo de que en cada comarca el uso del fuego ha sido diferente. Más modernamente ha influido la gestión forestal, que es muy distinta según la comunidad autónoma a la que pertenezca. Incluso en el relativamente reducido territorio menés se dan evidentes diferencias derivadas del heterogéneo uso del terreno, o si se prefiere, de que la población local y la administración forestal han aplicado un régimen de renovaciones distinto según las zonas: mientras que los montes de Ordunte han continuado siendo objeto de frecuentes quemas ganaderas hasta mediados de los años 90 del siglo XX, el uso del fuego ha sido mucho más comedido en el resto del valle, excepto en la pedanía de Ayega, donde conflictos sociales han motivado que los incendios sigan afectando en la actualidad.

La continuidad de los incendios en los montes de Ordunte y en Ayega, unidos al relativamente intenso aprovechamiento ganadero y a la reciente expansión del ciervo en los Ordunte, han limitado mucho la regeneración; en estos lugares la principal transformación ha venido de la mano de las repoblaciones forestales. Sin embargo, en los montes de la Peña, derivado de una menor presión de fitófagos (ver figura… -fotos de Cadagua-) y de un menor efecto del fuego, la instalación arbórea espontánea ha sido tan abundante que ha provocado una espectacular transformación ecológica por transmutación de pastizales en bosques. Esta explosiva dinámica de extensión del bosque no se ha dado en el centro del Valle de Mena, ni en general en las zonas bajas y llanas, donde la siega y el pastoreo de los prados los mantiene como tales; algo por otra parte que se entiende como deseable, porque implica un mejor uso de los recursos y un entorno paisajístico más agradable.

Finalmente, el extremo oriental de Mena, en los valles de Angulo y Tudela, ha tenido una evolución distinta al resto de la zona de estudio, por la presencia de un actor que ha dejado su impronta: el pino silvestre, que ha resultado allí un activo colonizador, tan eficaz que ha conferido un carácter singular a la dinámica y los ecosistemas de esta parte del Valle de Mena.

Las cuestiones expuestas en los párrafos precedentes, completadas con infinidad de detalles más, se reflejan en las imágenes que figuran a continuación, que dan cuenta del espectacular cambio experimentado en los ecosistemas meneses (figuras 2.9.4 a 2.9.12). En los pies de foto se bosquejan las interpretaciones dinámicas de lo ocurrido. Aunque la relación causal entre los factores y los hechos es siempre difícil de probar en ecología, se ha procurado que los procesos ilustrados por las imágenes sean lo suficientemente conspicuos como para extractar los aspectos esenciales de las dinámicas acaecidas y exponerlos de forma lo más gráfica posible.

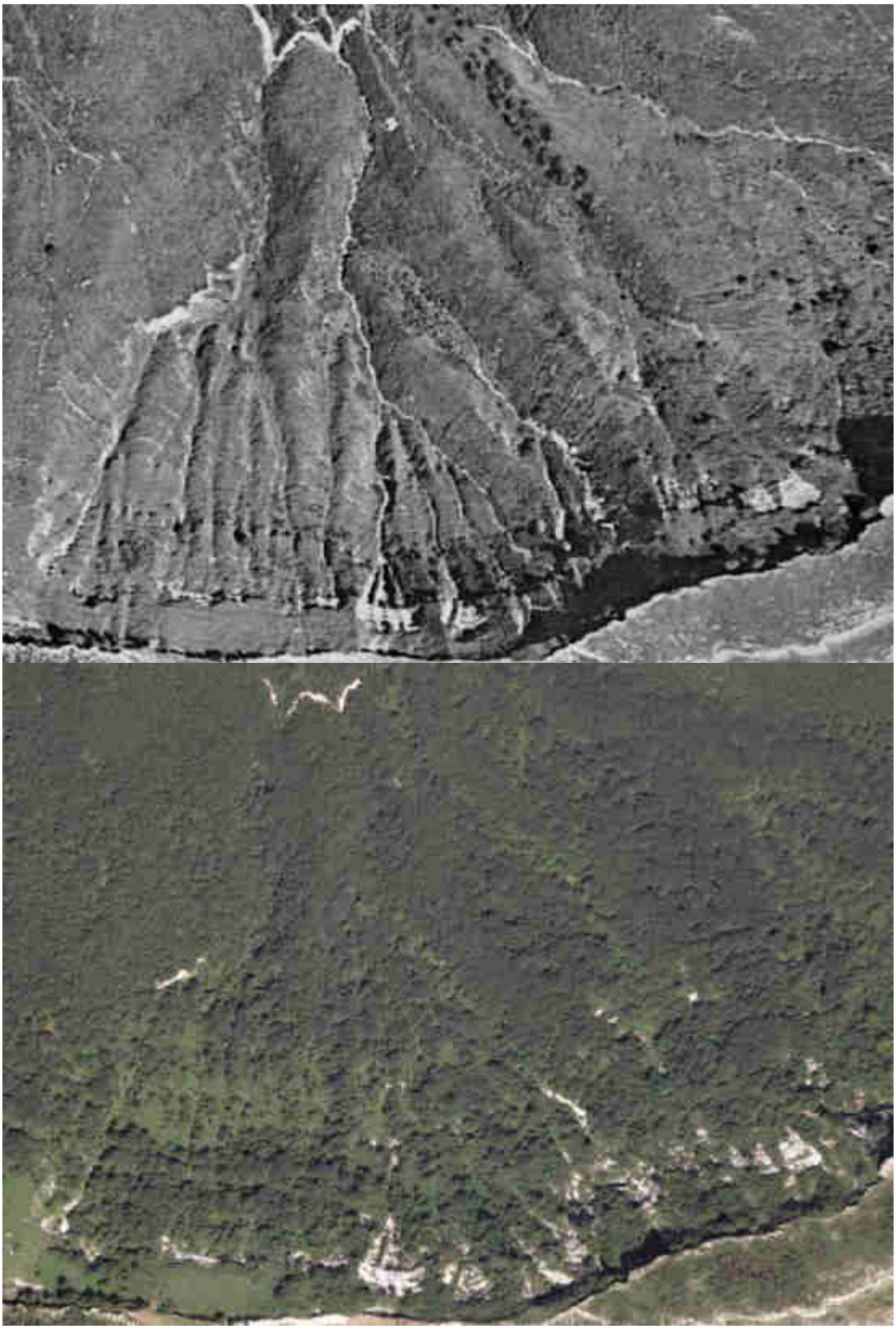


Figura 2.9.4. La comparación entre las imágenes de los años 1957 y 2009 deja poco lugar a dudas de la radical transformación ecológica experimentada en los montes de la Peña. Y sirve para explicar el porqué del relieve erosivo en una ladera de umbría cubierta en la actualidad por una frondosa vegetación. Siglos de pastoreo e incendios constituyen la explicación: solo así se logran eliminar o reducir a mínimos las plantas leñosas, y transformar los ancestrales bosques en pastizales. Y erosionar de forma muy severa un terreno cuya composición granulométrica (cohesiva) no lo convierte en especialmente proclive a la erosión, aunque en ese proceso hay un factor que sin duda lo favorece enormemente, que es la elevada pendiente (Cilieza, Valle de Mena).

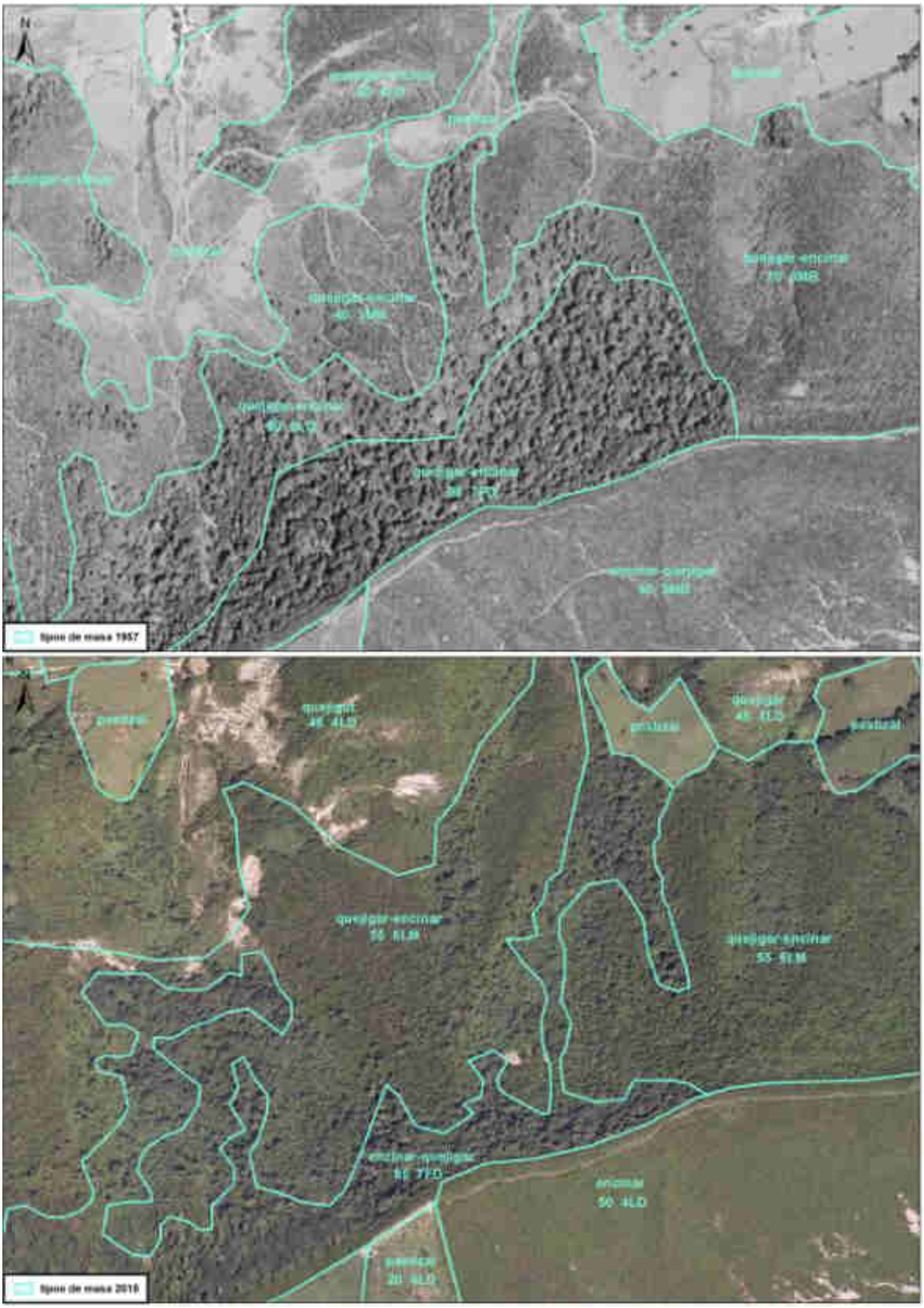


Figura 2.9.5. Existen montes en Mena en los que la transformación ha sido mucho menos radical que en la figura anterior, en los que se produce una relativa conservación de los atributos. La explicación es siempre la misma: han actuado eventos renovadores. En la imagen incluso se observa una regresión en el fustal de encinar-quejigar. La forma de la tesela moderna de fustal indica la probable acción del fuego. Preguntada gente local conocedora, confirmaron que hasta hace dos décadas se habían producido varios incendios en la zona. Además refirieron una corta (Partearroyo, Valle de Mena).

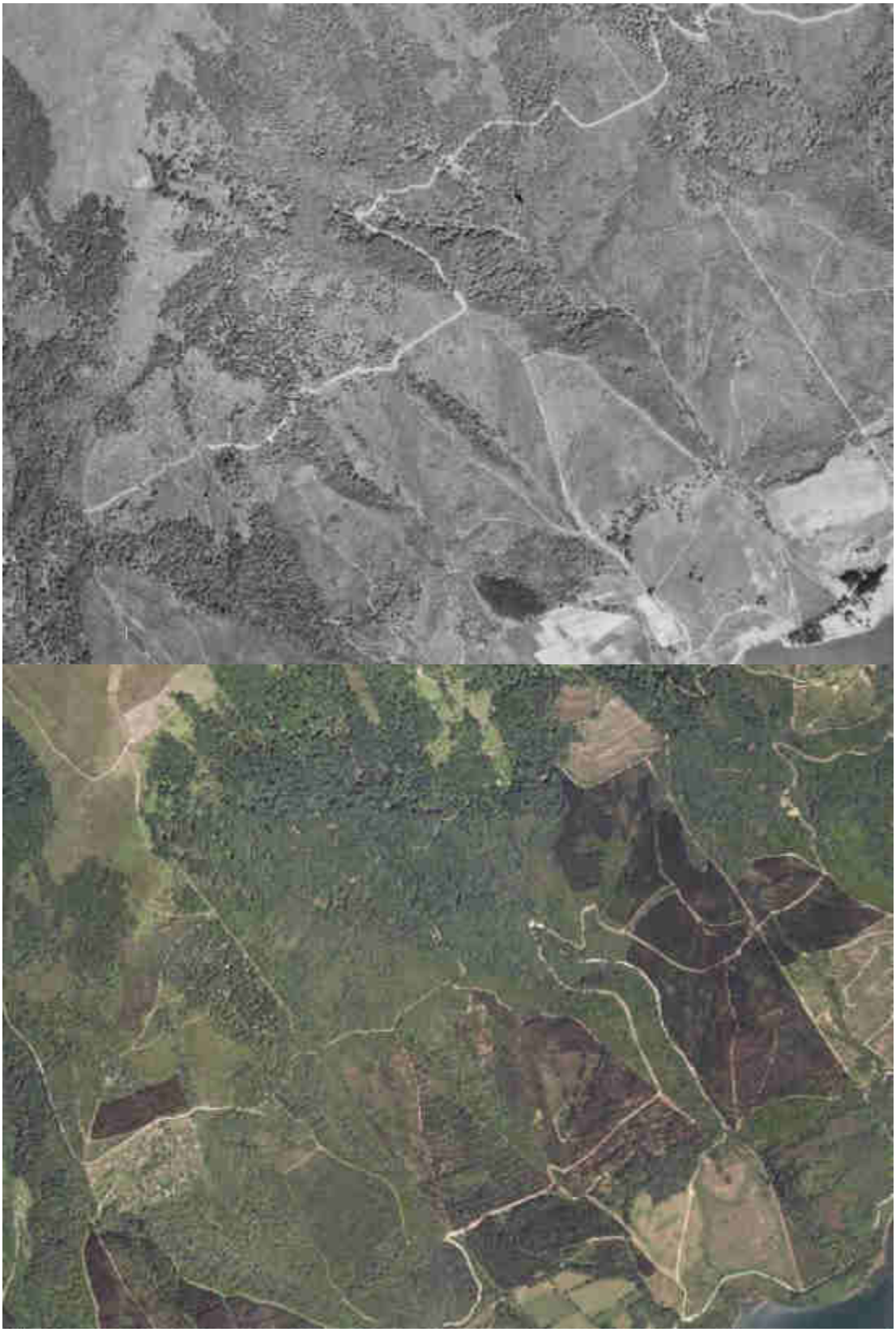


Figura 2.9.6. Comparación de ortoimágenes del sector central de los montes de Ordunte, en 1957 y 2009. Debido al mantenimiento del uso del fuego, y en general a la persistencia de varios tipos de eventos renovadores, la progresión sucesional, aunque se ha producido, ha tenido aquí un carácter muy diferente a la experimentada en los montes de la Peña. En los Ordunte la expansión de la superficie arbolada ha sido sobre todo consecuencia de las repoblaciones efectuadas: los límites de los bosques de frondosas se han mantenido relativamente estables en esos 54 años, lo que solo se explica por la acción de eventos como incendios y repoblaciones; por ejemplo, sorprende lo idénticas que se han

mantenido las superficies arboladas de la esquina superior izquierda de las dos imágenes, donde no se han efectuado repoblaciones y solo el fuego explica la constancia, a lo que recientemente se ha añadido un pequeño desbroce. En la imagen de 1957 destaca una traza inconclusa en su extremo occidental: es la pista general de los montes Ordunte burgaleses. Esta magnífica pista forestal se diseñó con pendientes relativamente suaves para lo abrupto del terreno, denotando una visión de conjunto que contrasta tanto como con los múltiples caminos y veredas tradicionales (cada pueblo, lógicamente buscaba solo la comunicación con su monte) como con algunos de los modernos viales: parece que, en ciertos aspectos de ejecución en el campo, se ha perdido técnica en lugar de avanzar.

Figura 2.9.7. Foto 15016. Vacas aprovechando la otoñada en prados de siega. Estos dos eventos (pastoreo y siega) son fundamentales en la conservación de los ecosistemas de prado, en una aplicación más de la paradoja dinámica multiescalar: los eventos, en este caso aprovechar cada año la vegetación del prado, que son en esencia cambios, son sin embargo imprescindibles para mantener una relativa constancia. Las zonas despejadas en el fondo del valle contribuyen a su belleza; los pueblos resultarían un poco agobiantes si se dejase que los bosques cubriesen su entorno, algo que ocurriría con rapidez en ausencia de renovaciones (Arza, Valle de Mena).

Figura 2.9.8. En la parte central del Valle de Mena, donde se concentran las actividades humanas y predominan los terrenos de pendientes suaves, es donde el cambio experimentado entre 1957 y la actualidad ha sido menor. Como siempre que se da esta relativa constancia, el motivo es la persistencia del cambio a menor nivel: en este caso, mediante siega y pastoreo de los prados. Donde no han afectado, que en las imágenes es fundamentalmente en las laderas montuosas, el proceso de recuperación forestal es semejante al descrito previamente, con algunos elementos comunes a lo explicado en los montes de Ordunte y en los de la Peña, y también con otros diferenciadores, por las

especies implicadas y por un medio que siempre es heterogéneo. Incluso en las partes llanas son de remarcar algunos cambios: la expansión urbanística de Villasana de Mena, la proliferación de infraestructuras de diverso tipo, el proceso de desfragmentación de la propiedad y la práctica desaparición de los cultivos agrícolas, convertidos ahora en prados. Hay que reseñar que, a pesar de la concentración parcelaria, los setos en general no han disminuido, sino al contrario: aunque las fincas son ahora mucho más grandes, antes lo habitual es que no hubiese árboles ni arbustos entre ellas, y ahora es más común. Los bosques isla, dispersos entre prados o cultivos, se han mantenido: a esta escala de observación apenas se aprecia cambio en ellos, ni de forma o ni extensión, ni de creación ni desaparición, aunque lógicamente a esto hay excepciones, sobre todo por aparición de nuevos bosquetes y rodales arbolados, tanto por repoblación como por simple abandono del aprovechamiento agrícola y ganadero. Sin embargo, se observa la desaparición del arbolado en los bordes de los caminos, convertidos ahora en carreteras.

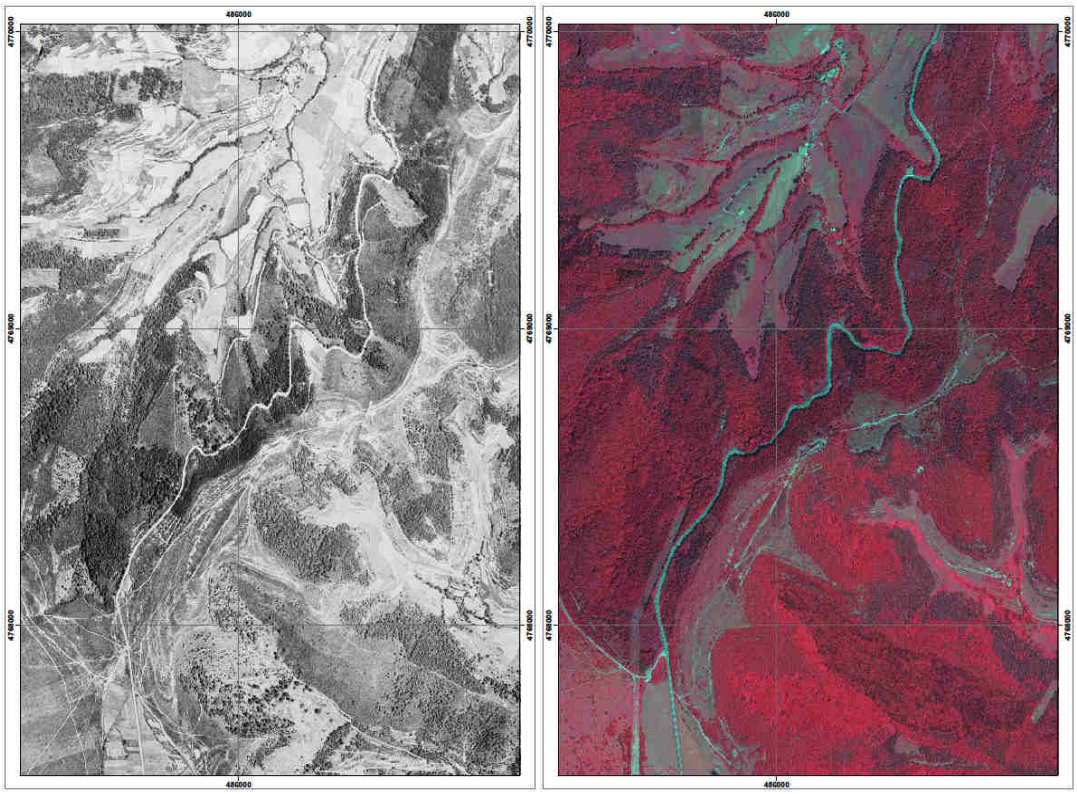


Figura 2.9.9. Comparación de dos ortoimágenes del mismo lugar, en extremo oriental del Valle de Mena: la de la izquierda es una fotografía en visible de 1957, mientras que la de la derecha es en falso color y del año 2011. En la imagen de infrarrojo se diferencian perfectamente, a nivel de árbol individual, las coníferas, más oscuras, de las frondosas, de un rojo más o menos intenso, con las zonas de rojo más vivo que corresponden a frondosas más mesófilas, fundamentalmente haya. Se observa cómo la práctica totalidad de los pinares se asentó sobre terrenos que estaban completamente despejados en 1957, en un proceso espontáneo que no debe sorprender con una especie que es tan buena colonizadora como el pino silvestre; también se observa una repoblación con pinos (en este caso *Pinus radiata*), claramente distinguible de los pinares espontáneos por la distribución de los pinos en líneas que contrastan con las frondosas que los rodean (Ciella, Valle de Mena).

Figura 2.9.10. Foto 45973. En la parte oriental del Valle de Mena el pino silvestre, de carácter espontáneo, ha jugado al menos durante las últimas seis décadas un importante papel colonizador, como muestran las imágenes anteriores. Aquí se ven los pinos colonizando pastizales, junto con otra especie que es una típica colonizadora en estas circunstancias y tiende a desaparecer cuando el bosque se cierra: *Juniperus communis*. También hay madroños y encinas. El conjunto resultaría más típico de los montes ibéricos que de los cantábricos; pero es una impresión engañosa, pues a medida que progresa la sucesión se va haciendo más abundante la vegetación típica de los bosques atlánticos (Opio, Valle de Mena).

Figura 2.9.11. Foto 38036. En el extremo opuesto del Valle de Mena respecto a la imagen anterior, y en unas circunstancias ecológicas muy diferentes, el pino silvestre también juega localmente su papel como colonizador. En este caso lo hace sobre un brezal-tojal con abundantes helechos, en un suelo silíceo y muy ácido. Los pinos se regeneran con mucha más facilidad donde el suelo aparece al descubierto; en parte de la imagen había un área cortafuegos, lo que sin duda facilitó la instalación de los pinos. Aquí el fuego ha sido mucho más determinante que el pastoreo, el clima es mucho más fresco, y las frondosas remanentes que se aprecian en la imagen son sobre todo hayas. Además, y aunque eso carece de relevancia ecológica, aquí la fuente de semilla son repoblaciones y no pinos espontáneos (monte La Sobrada, Valle de Mena).

Figura 2.9.12. Foto 44867. Los pinos silvestres que aquí aparecen entre las frondosas son unos de los más occidentales a los que se puede atribuir el carácter espontáneo. Las características geoclimáticas son semejantes a las de la imagen de Opio, si bien aquí la sucesión se encuentra un poco más avanzada. Pero, como en Opio, en el frente de colonización de los pastizales abundan los enebros y las encinas; también lo hacen quejigos y majuelos. Aquí el papel del pino es residual (Hornes, Valle de Mena).

2.9.4. Acerca de la mediterraneidad en el Valle de Mena

El Valle de Mena, a pesar de la importante barrera climática que representan los montes de Ordunte, por su ubicación en la vertiente cantábrica y gran proximidad al mar, presenta un típico clima atlántico, según ha quedado reflejado en los datos del apartado 2.1.4. Teniendo en cuenta la débil sequía estival, sorprende en el Valle de Mena la abundancia de bosques dominados por especies típicamente mediterráneas, como encinas y quejigos, que contactan y se mezclan con otras que caracterizan los medios eurosiberianos, con predominio de robles y hayas. Es importante el hecho de que en verano las temperaturas máximas medias no son muy elevadas, y la humedad ambiental está siempre presente, excepto cuando sopla viento con componente sur, como ocurre en toda la vertiente cantábrica. Árboles como *Prunus lusitanica* o *Laurus nobilis* indican las condiciones de calor y humedad que se conjugan en el valle.

La abundancia de bosques de aspecto mediterráneo en el clima VI(V) de Allué (1990) no tiene una fácil explicación en base al medio geoclimático, pero sí si este se conjuga con el devenir histórico, algo que siempre es fundamental para interpretar los ecosistemas: además de una diferenciación por gradiente de precipitaciones y por temperatura, la mediterraneidad es también una cuestión histórica, pues los montes más degradados presentan una vegetación más mediterránea. En toda la vertiente cantábrica los montes con escaso suelo sustentan una vegetación de aspecto mediterráneo, aunque con peculiaridades propias de las condiciones de elevada humedad todo el año; se trata sobre todo de encinares asentados sobre suelos calizos en los que aflora la roca (Figura 2.9.13).

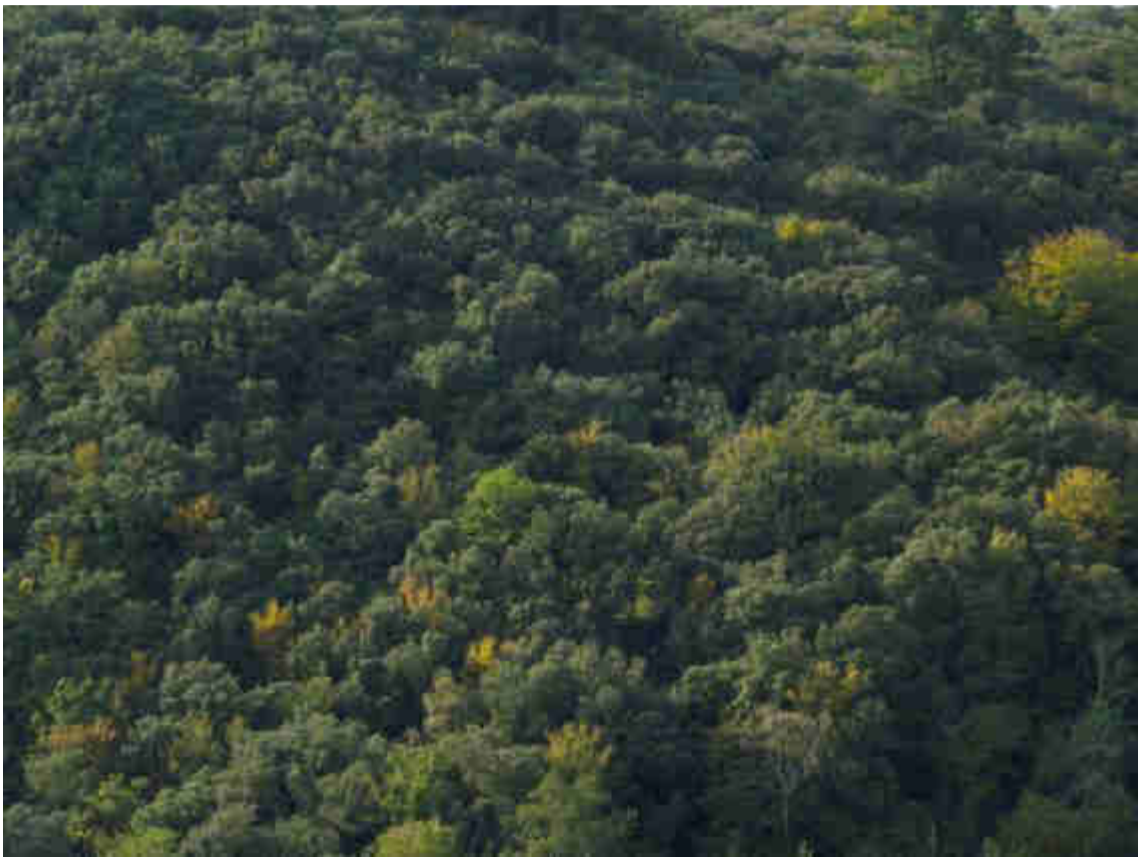


Figura 2.9.13. Fotos 20638, 20598 y 20635. Encinar costero en el Cantábrico oriental, donde las precipitaciones estivales son más abundantes y por tanto la sequía y la mediterraneidad apenas están presentes. No obstante, la encina domina en muchos rodales, y lo haría en muchos más de no ser que en estos ecosistemas se han plantado pinos y eucaliptos: aunque en general los suelos esqueléticos sobre los que se asientan no son los más adecuados para el crecimiento de estas especies, la productividad climática es tan elevada que incita a aprovechar también estos terrenos, según se aprecia en la imagen intermedia, en la que se ve una reciente plantación de *Pinus radiata* en una ladera de encinar. En la imagen inferior queda patente que las frondosas mesófilas pueden vivir en estos encinares, y de hecho, por su mayor talla y en muchos casos tolerancia, dominarán a largo plazo si no intervienen eventos renovadores importantes. Hay robles (*Q. robur*), hayas, fresnos (*F. excelsior*), arces (*A. campestre*), abedules, castaños, mostajos (S. aria), avellanos y sauces. También un árbol perennifolio indicativo de las condiciones de elevada humedad y temperaturas benignas, y que es representativo del fitoclima VI(V) de la clasificación de Allué (1990): el laurel. Y otro perennifolio típico de los bosques atlánticos: el acebo; y tejo en las cercanías (Mutriku, Guipúzcoa).

En realidad, esta idea de mezcla de mediterraneidad y degradación ha sido expuesta en la literatura ecológica de formas muy variadas. Por ejemplo, Montero de Burgos y González-Rebollar (1974), en sus diagramas bioclimáticos, muestran cómo un suelo con una gran capacidad de retención de agua permite el desarrollo de árboles mesófilos aunque el clima tenga una cierta sequía estival, siempre que haya suficientes precipitaciones en las otras estaciones; algo que ocurre de forma sobrada en todas las cotas del Valle de Mena. Con un enfoque muy distinto y en otro ámbito geográfico (bosques tropicales lluviosos americanos), pero el mismo trasfondo ecológico, Budowski (1965) formuló la generalización de que las especies de plantas que caracterizan los estadios iniciales de la sucesión son típicas de medios más duros (ver figura… -la de renovación-medio); en el caso que nos ocupa, la vegetación mediterránea, que caracteriza medios más secos, es la que mejor soporta los rigores climáticos que conlleva la colonización de terrenos desnudos y la que puede sobrevivir a las sequías aunque un delgado suelo apenas retenga agua. Otro factor que sin duda ha contribuido a la extensión de la encina en el territorio menés es su formidable resistencia y facilidad de recuperación tras el ramoneo, algo de suma importancia cuando se trata de colonizar medios despejados.

El hecho de que el Valle de Mena tenga un clima húmedo y templado hace que especies como *Quercus ilex* o *Quercus pyrenaica* estén aquí necesariamente asociadas a incendios, o en general a eventos intensos; algo que no ocurre en lugares con más sequía estival, donde al menos no resulta tan evidente la relación con los mencionados tipos de eventos. De hecho, observando las dinámicas del valle se puede formular la hipótesis de que, en ausencia de renovaciones intensas

durante largos periodos, la vegetación mediterránea prácticamente desaparecería, salvo pequeños enclaves en zonas muy soleadas y con una pendiente y litología que haga muy difícil la acumulación de suelo.

Si no intervienen eventos renovadores de gran importancia, que reinicien la sucesión y provoquen la erosión del suelo, los árboles mesófilos, con su mayor talla, se van imponiendo a los más mediterráneos, suprimiendo su desarrollo y, con el tiempo, eliminándolos. La velocidad del proceso depende de la fuente de semilla de árboles caducifolios, de la espesura del monte mediterráneo (sobre todo la encina genera un dosel cerrado todo el año que retrasa la instalación y desarrollo de otros árboles), del ramoneo de fitófagos tanto silvestres como domésticos y del grado de degradación previo, fundamentalmente del espesor de suelo existente.

Además de la dinámica arbórea, en el sotobosque menés también se observan procesos indicativos de cómo la vegetación mediterránea depende aquí de la continuidad de ciertos tipos de eventos renovadores. A este respecto es sorprendente, y sumamente ilustrativo, lo que ocurre con el madroño en los húmedos montes de Ordunte. En ellos el madroño está sumamente extendido, fundamentalmente como subpiso en variados tipos de bosque, aunque en ocasiones formando parte del dosel superior, en arbustedos. De forma que es habitual observar magníficos bosques mesófilos con un estrato inferior de madroños; sobre todo se trata de robledales, pero también algunos hayedos y bosques mixtos. Por supuesto, los madroños son indicativos de un pasado con menor espesura arbórea, y no de que el clima se haya hecho más lluvioso recientemente.

El Valle de Mena, con la gran variedad de especies y ecosistemas que alberga, es un marco adecuado para probar la inadecuación de estos modelos simplistas, y para mostrar que montes poblados con plantas mediterráneas se pueden transformar en pocos años en lo que habitualmente se consideran ecosistemas eurosiberianos típicos (figuras 2.9.14 a 2.9.23).

Figura 2.9.14. Las áreas donde la colonización arbórea es más reciente, como en una parte del borde con los prados, y también donde el medio geoclimático es más duro, como en las crestas, están pobladas por enebros, quejigos y encinas. Donde el dominio del bosque es anterior, así como en las mejores calidades de estación, los árboles caducifolios (*Sorbus torminalis*, *Tilia platyphyllos*, *Acer campestre*, *Prunus avium*) van adquiriendo supremacía (Hornes, Valle de Mena).

Figura 2.9.15. Canchal en el que destaca una vieja encina, que se instaló cuando la zona estaba mucho más despejada. Ahora abundan fresnos (*F. excelsior*), arces (*A. campestre*) y avellanos; también hay robles (*Q. petraea*), quejigos, mostajos (*Sorbus aria*), hayas y acebos. Se ve un fresno que crece muy recto, con vigor. Las frondosas caducifolias dominan ya el rodal y tienden a excluir a las encinas, que se han quedado muy rezagadas. En la medida en que las caducifolias vayan cubriendo las encinas, estas poco a poco irán sucumbiendo (Cadagua, Valle de Mena).

Figura 2.9.16. Subpiso de *Quercus petraea* bajo dosel de *Q. pyrenaica*. Esta situación dinámica pasa con frecuencia inadvertida, salvo durante el tiempo en que el roble aparece ya brotado y el rebollo todavía no, como ocurre en la imagen, algo que suele durar varias semanas. Los *Q. petraea*, más tolerantes, aprovechan de forma efectiva el periodo primaveral para crecer activamente cuando los rebollos todavía no han brotado y dejan pasar casi toda la luz. Bajo este clima el roble demuestra ser mucho más competitivo, y el dominio del rebollo solo se explica por un pasado en el que los eventos intensos (sobre todo incendios y cortas) eran más frecuentes (Espinosa de los Monteros, Burgos)

Figura 2.9.17. Dos quejigos más viejos que las hayas que los rodean. El porte de los quejigos indica que se desarrollaron a baja densidad, algo que contrasta con la elevada espesura actual. Los quejigos son remanentes de otro momento histórico, de usos del suelo y dinámico, en el que los intensos aprovechamientos agroganaderos mantenían los ecosistemas forestales mucho más abiertos. La mediterraneidad que se asocia a los quejigos respondía a esas circunstancias y no a las actuales. Se observa un tupido grupo de rusco (*Ruscus aculeatus*), especie que se relaciona a un cierto grado de mediterraneidad pero que en realidad es muy plástica, con un hábitat que abarca ecosistemas con grados muy diversos de sequía estival, desde nula a muy considerable. Se trata, además, de una de las escasas matas tolerantes que vive en la Península Ibérica, lo que le permite sobrevivir bajo condiciones de intensa sombra (Vivanco, Valle de Mena).

Figura 2.9.18. Quejigo muerto por la excesiva concurrencia de las hayas, que lo han superado en altura. Se trata de un proceso común en los bosques del Valle de Mena, pero la imagen está tomada en el municipio de Valle de Losa, vecino menés por el sur, en un rodal en el que la dinámica predominante es la sustitución de los antes dominantes pinos silvestres por hayas (Robredo de Losa, Burgos).

Figura 2.9.19. Espeso madroñal, en una solana de los montes de Ordunte. Entre los madroños han crecido desde hace décadas robles y algunos rebollos, a baja densidad. Ahora se están instalando hayas, que muestran lo húmedo del lugar. En el sotobosque se va estableciendo el arándano. Hace 100 años el aspecto debía de ser muy mediterráneo, algo engañoso en unos montes en que probablemente se superan los 2.000 mm de precipitación anual y existe una elevada humedad en verano (Hornes, Valle de Mena).

Figura 2.9.20. Bajo el denso robledal, los madroños están sucumbiendo con rapidez. Donde se instalen hayas el proceso de expulsión será todavía más rápido (Hornes, Valle de Mena).

Figura 2.9.21. Incluso en rodales en que los robles se desarrollan magníficamente, como el de la imagen, es habitual que exista un estrato de madroños, que tienden a decaer con el tiempo. Se ven varios robles con un número; se trata del señalamiento de una corta, en que los pies numerados se valoran con destino para madera, mientras que los que se marcan con una X se valoran como leña (Gijano, Valle de Mena).

Figura 2.9.22. En este caso el estrato bajo el robledal no es solo de madroños, sino también de encinas, alguna de las cuales destaca por un tamaño algo superior. La presencia de las encinas no cambia el significado dinámico: se trata de vegetación con su origen en un periodo en el que incidían eventos drásticos como cortas intensas o incendios, que mantenían el monte más abierto y con menor talla. Aquí eso ocurría hace en torno a un siglo, a juzgar por la edad de los robles y el grado de decrepitud del estrato de madroños. Las encinas, respecto a los madroños, pueden resistir más tiempo (son más tolerantes) y alcanzar más talla. Con el tiempo, las dos especies, que ahora forman parte del mismo estrato, dividirán sus destinos: los madroños sucumbirán e irán quedando las encinas, cuyo futuro previsible no es el de un desarrollo vigoroso pero tampoco la muerte prematura. Por supuesto, no se trata de que el ambiente se haya vuelto más seco debido al cambio climático y ahora la vegetación mediterránea tienda a sustituir a la atlántica (lo que podría servir para justificar su presencia en el subpiso): aquí los robles se desarrollan perfectamente (Gijano, Valle de Mena).

Figura 2.9.23. Este es el origen de los madroñales que forman un subpiso bajo los bosques de Ordunte: la colonización arbórea progresiva de montes en los que domina *Arbutus unedo*. En la imagen se ven robles, rebollos, encinas y mostajos dispersos entre los madroños, a los que ya superan en talla; es un momento dinámico previo al correspondiente a las imágenes anteriores (Partearroyo, Valle de Mena).

3. INTEGRACIÓN DEL CONOCIMIENTO DINÁMICO EN LA GESTIÓN

3.1. FUNDAMENTOS ECOLÓGICOS DE LA GESTIÓN

La gestión forestal, y en consecuencia su planificación, deben ser aplicaciones prácticas de la ciencia ecológica. En el apartado 1.1 se ha expuesto la línea epistemológica en la que se inserta este trabajo. Las bases en las que se debe asentar la gestión derivan del modelo recogido en el capítulo 1 y de los resultados expuestos en el capítulo 2.

La planificación de la gestión, en los grandes macizos forestales en los que se efectuaban más cortas de madera, ha descansado tradicionalmente en los proyectos de ordenación y sus revisiones. Fuera de esos macizos, la planificación se reducía a: los planes anuales de aprovechamientos en los montes contratados con la Administración y en los de utilidad pública; a los planes de mejoras en estos últimos; a las ideas de los ingenieros de zona, más o menos concretas y más o menos explicitadas en documentos; y a unas directrices generales que emanaban de los diferentes niveles en los que se organiza la administración forestal. A la elaboración de los instrumentos de ordenación se dedicaba un gran esfuerzo, sobre todo de inventario y, menos, de análisis conceptual. En las dos últimas décadas este esquema ha ido cambiando, sobre todo con el objetivo de reducir los costes de inventario. Este fue pasando de realizarse pie a pie, a por parcelas, e incluso, en unos pocos casos, a inventarios cualitativos con un diagnóstico selvícola y sin cuantificación de existencias; esto último sobre todo en masas en las que se pensaba en aplicar claras y no cortas de regeneración. En los últimos años, el desarrollo de la tecnología lidar ha llegado para revolucionar las técnicas de inventario. Aquí se pretende desarrollar, y aplicar con un ejemplo, un modelo conceptual para, con el mínimo coste y esfuerzo, aprovechar las modernas tecnologías y conocimientos en la planificación forestal.

En cualquier planificación forestal que abarque considerables extensiones, para lograr su efectividad es necesaria la consideración de varias escalas. Para el Valle de Mena, con una extensión del orden de centenares de km^2, los niveles espaciales necesarios serán, de menor a mayor, los de bosquete, rodal y masa; el valle en su conjunto tiene una extensión que es la correspondiente a un macizo forestal. Respecto al tiempo, las dinámicas pasadas se han analizado sobre todo en la escala decenal, aunque con referencias seculares y milenarias, en este último caso ya para caer en el campo de la paleoecología. También se han efectuado predicciones sobre el futuro régimen de renovaciones (apartado 2.8.9) y se concretarán espacialmente, para lo que resta del siglo XXI, en el capítulo 4. La planificación se realizará para los próximos 15 años, como es habitual en los proyectos de ordenación y sus revisiones, con desglose en 3 periodos quinquenales. No se elaborará un plan a largo plazo pero sí se fijarán directrices para conseguir objetivos de largo alcance, y se darán indicaciones de actuación ante dinámicas futuras no explícitamente previstas pero sí plausibles.

La idea es realizar una planificación flexible, adaptada a cada realidad concreta, y en la que la descripción cualitativa de la situación de partida y el conocimiento de la dinámica forestal sean las bases fundamentales en el diseño de los ecosistemas futuros. Se pretende que el modelo integre la inevitable incertidumbre asociada a todos los sistemas complejos, como son los ecológicos. La incertidumbre se materializará en la imposibilidad de previsión acerca de la afección precisa de todos los agentes renovadores, y en unas directrices sobre cómo actuar asumiendo que van a acaecer eventos imprevistos.

En principio, salvo condicionantes de gestión muy específicos, se entiende que lo fundamental en la planificación es la determinación en tiempo y espacio de las actuaciones previstas. Adicionalmente, se aportarán unas referencias numéricas que deberán tomarse como indicativas y no como la guía principal de actuaciones: en concreto, tanto en cortas como pastoreo lo decisivo será la determinación espacial precisa y mucho menos las cifras concretas de volumen cortado o número de UGM previstas, que se irán adaptando a las peculiaridades locales y en función de los resultados de la gestión realizada (gestión adaptativa o retroalimentada por los resultados). Así, cada árbol que se corta se hace en función de sus concretas características y de las de su entorno más próximo, por personal que conoce cómo se desarrolla la vegetación para aprovechar el espacio vegetativo liberado, y no por los valores medios a nivel de rodal, surgidos de análisis estadísticos.

3.1.1. La silvopascicultura como aplicación de la ecología forestal

El conocimiento de la dinámica forestal y de la arquitectura de los árboles son las bases de la selvicultura. La pascicultura requiere, además, el dominio de al menos los rudimentos de la ganadería y su manejo.

Con la proliferación de los ungulados silvestres cada vez resulta más evidente la necesidad de integrar la gestión cinegética en la teoría y práctica de la silvopascicultura. Esto exige conocimientos sobre el comportamiento de los animales silvestres, sobre su efecto en la vegetación (que es recíproco), y sobre la caza. En definitiva, es preciso un planteamiento holístico. Este es especialmente difícil en cuanto a la fusión en un mismo cuerpo de doctrina entre la actividad cinegética y el resto de las actividades forestales; sobre todo porque la caza siempre ha tenido una marcada especialización en los profesionales que se dedicaban a su organización.

Los factores ecológicos determinan los silvopascícolas: medio geoclimático, atributos vitales, interacciones entre especies e individuos. La dosificación del espacio vegetativo de los individuos es la herramienta silvopascícola por excelencia. A un nivel superior, la distribución de generaciones tiene una gran relevancia en dinámica ecológica. El principal tipo de evento que se implementa para conseguir la distribución deseada son las cortas de regeneración. En los pastizales los desbroces y la organización del pastoreo juegan un papel semejante. En las poblaciones de ungulados es la caza la herramienta fundamental, aunque también el manejo de su hábitat.

3.1.1.1. **La dosificación del espacio vegetativo**

No todos los árboles tienen la misma capacidad para aprovechar los recursos de su entorno. Las especies y los individuos se caracterizan por tener distintos atributos vitales que permiten formas diferenciadas, a veces sutilmente, de aprovechar el espacio vegetativo.

Aunque lo habitual es que la dosificación del espacio vegetativo se realice sobre el estrato superior, normalmente a través de cortas, esta es en realidad solo una de las opciones selvícolas, ya que se puede implementar sobre diversos estratos (figuras 3.1.1 y 3.1.2). La precisa forma en que se dosifica el espacio es decisiva: la intensidad aplicada, los criterios por los que se eliminan pies o parte de ellos, la maquinaria o el instrumental empleados, etc., condicionan, de manera relevante, los efectos del trabajo efectuado.

Figura 3.1.1. Foto 48247. Las cortas son el principal instrumento para dosificar el espacio vegetativo. A veces, la corta de unos pocos pies, como en la clara de la imagen, puede ser suficiente para conseguir los objetivos selvícolas. A pesar de la baja intensidad de corta, esta ha sido comercial (Gijano, Valle de Mena).

Figura 3.1.2. Foto 52396. *Pseudotsuga menziesii* plantada tres años antes de tomarse la imagen, sobre terrenos objeto de una corta a hecho de *Pinus radiata*. Se ha chascado una de las dos guías principales para que la otra crezca con mayor rapidez. A veces no es necesario apear grandes árboles para obtener objetivos selvícolas (Hornes, Valle de Mena).

Los objetivos de la dosificación del espacio vegetativo son muy variados. Abarcan aspectos como provocar el establecimiento de regeneración, promocionar individuos ya instalados, favorecer ciertas especies, prevenir riesgos, aumentar la producción de frutos, estimular el desarrollo de un estrato, generar un porte preciso en un árbol o conjunto de ellos, etc. Al menos teóricamente, la selvicultura permite guiar al ecosistema hacia la composición y estructura deseadas. En la práctica, a veces las tendencias espontáneas son tan fuertes que impiden o convertirían en excesivamente costoso seguir la trayectoria prevista.

3.1.1.2. **La distribución de generaciones**

La identificación de las generaciones de plantas que existen en un monte es esencial para comprender su funcionamiento y por tanto para intervenir forestalmente. Además de los atributos internos de las unidades de vegetación es muy importante analizar su distribución en el espacio y en el tiempo, algo que guarda una elevada relación con el reparto territorial de las generaciones: en parte, aunque no solo, las teselas de vegetación, como las representadas en el capítulo 2, responden a diferentes generaciones en el arbolado dominante (Figura 3.1.3).

La disposición de las generaciones de plantas que existen en una unidad de vegetación, ubicada en un concreto lugar en espacio y tiempo, sirve para caracterizar el régimen de renovaciones, y es la base sobre la que se interpreta la dinámica forestal y se deciden las actuaciones, ya que cada generación tiene sus propios atributos y normalmente precisa de acciones que son particulares de sus características. Este análisis espacial se circunscribe generalmente a las plantas que se entienden como más relevantes desde un punto de vista ecológico, que normalmente son las capaces de alcanzar mayor tamaño. Pero, en ocasiones, vegetación de escasa talla es determinante del futuro del monte; como por ejemplo ocurre cuando se encespeda una zona recién cortada y de esta forma las herbáceas, normalmente con la ayuda de la acción de los fitófagos, bloquean la tendencia sucesional de incremento de talla en la vegetación (Figura 3.1.4).

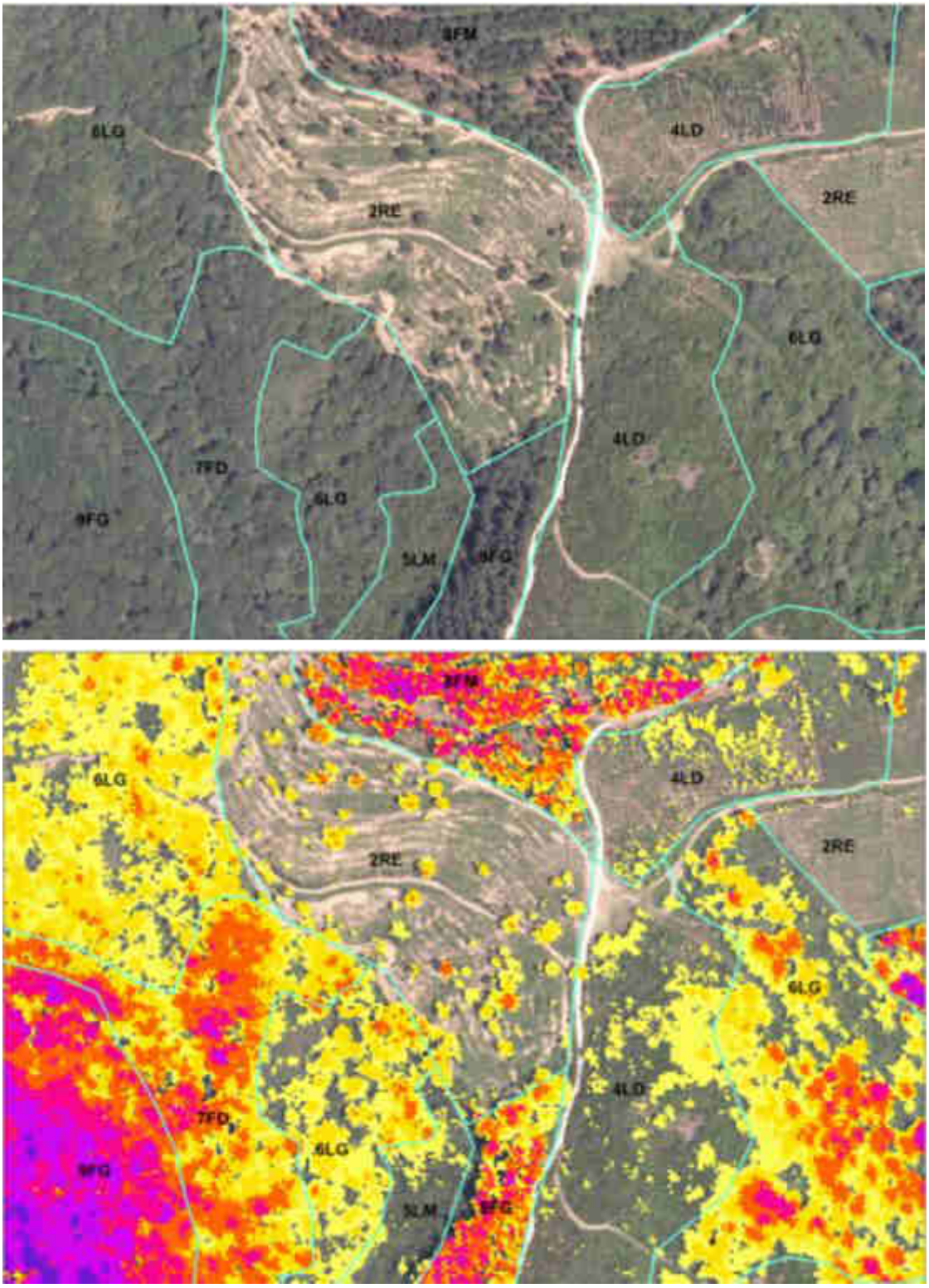


Figura 3.1.3. Analizar la distribución de generaciones es un instrumento de la máxima utilidad tanto en gestión forestal como en ecología. Y tanto en el terreno (ver por ejemplo, figura... -hayas de dos generaciones contrastadas) como en gabinete. En la imagen se aprecian las unidades de vegetación que se han identificado en el extremo oriental de los montes de Ordunte. En cada una de ellas se reseña su clase de tamaño, con el código numérico asociado a ella. Existe una cierta correspondencia entre tamaños y edades, pero no es precisa. Por supuesto, muchos otros criterios, como la composición específica o la cubierta, se tienen en cuenta para delimitar las teselas.

Figura 3.1.4. Foto 45414. Antiguo rodal de pinar de silvestre cortado casi a hecho, en el que se han dejado unos pocos pinos padre. La corta ha estimulado la profusión de la vegetación herbácea y de los helechos. Se ha formado un denso tepe que impide el contacto entre la semilla de los pinos y el suelo. La regeneración de pino era casi inexistente, y la de frondosas escasa, y se ha recurrido a la preparación del terreno con una mini-retroexcavadora, para su plantación posterior. Se trata de un trabajo costoso, que además es necesario complementar con un cierre que impida al ganado acceder a esta zona transformada por la corta en un pastizal (Villalba de Losa, Burgos).

Dentro de una unidad de vegetación, la situación más sencilla de interpretar tiene lugar cuando solo existe una generación en la vegetación que se estima como más relevante. Este es el caso en muchas repoblaciones forestales, en las que los árboles fueron plantados (o sembrados) a la vez sobre un terreno preparado de forma que intentaba homogeneizar las situaciones de partida que rodeaban a cada brinzal (o semilla). Pero también ocurre esto en montes regenerados de forma rápida tras un evento drástico, que provocó una renovación total de la vegetación, al menos de su parte aérea. El ejemplo más típico es el de las plantas que rebrotan tras fuego, que son capaces de cubrir con rapidez el terreno tras un incendio, dando origen a una generación coetánea. Pero también sucede algo semejante en las cortas a hecho de especies capaces de un vigoroso rebrote, como son los *Quercus* en general, *Fagus* en determinadas circunstancias, *Eucaliptus globulus*, etc. Si los eventos drásticos inciden sobre especies que no son capaces de rebrotar, o que lo hacen con dificultad, también es posible la formación de unidades de vegetación coetáneas y relativamente extensas. Para ello es preciso que las semillas lleguen con la abundancia necesaria y que su establecimiento y desarrollo no esté impedido (por fitófagos, encespedamiento u otras causas). También existe otra opción para el establecimiento de generaciones relativamente extensas, sin la intervención de eventos drásticos: cuando sobre un terreno cesa bruscamente su explotación (natural o humana) y la vegetación es capaz de establecerse con rapidez; esto es lo que ha ocurrido, por ejemplo, en los montes de la Peña, donde se han desarrollado muchos rodales coetáneos tras bajar la presión ganadera tradicional (figuras 3.1.5 a 3.1.7).

Figura 3.1.5. Foto 43868. Robledal con aspecto de estar constituido por pies más o menos coetáneos. Se aprecian derribos que deberían dar lugar a bosquetes de regeneración, pero la elevada densidad de ciervos impide la regeneración y por tanto mantiene el carácter de monogeneracional (Nava de Ordunte, Valle de Mena).

Figura 3.1.6. Foto 44854. Rodal ubicado en una umbría en el que se ha instalado la regeneración de forma bastante rápida en toda su superficie, de manera que se ha generado un rodal regular. Se trata de un rodal coetáneo pero multiespecífico, puesto que en el arbolado dominan, bastante mezclados pie a pie, *Quercus petraea*, *Fagus sylvatica*, *Sorbus aria*, *Sorbus torminalis* y *Acer campestre*. La regularidad fue favorecida por el hecho de que no existía presión ganadera, de forma que la regeneración progresó con rapidez (Leciñana, Valle de Mena).

Figura 3.1.7. Foto 44853. Dentro del rodal regular de la imagen anterior se distribuyen unos pocos pies mucho más viejos que la generación ahora dominante. Sobre todo se trata de robles y hayas, que aparecen dispersos entre una densa matriz de pies jóvenes. La presencia de estos pies de otras generaciones es suficientemente reducida como para no desvirtuar completamente el carácter de coetáneo, pero lo matiza (Leciñana, Valle de Mena).

Las renovaciones parciales pueden provocar que una unidad de vegetación, multigeneracional en origen, pase a estar dominada por una sola generación. Un ejemplo típico es la eliminación de los árboles padre de un rodal en el que la regeneración ha sido exitosa. Otro contario, pero también por corta, sería la eliminación de los pies más jóvenes. También procesos espontáneos pueden dar lugar a una transformación de este tipo. Para ello se requiere que un específico agente renovador actúe de forma diferencial sobre una clase de edad. Eso ocurre, por ejemplo, con plagas y enfermedades, que tienen preferencias tanto por ciertas especies como por individuos de ciertos tamaños. También con eventos climáticos: así, los pies que se han establecido antes y han podido desarrollar su sistema radical parten con ventaja en caso de una severa sequía. Los incendios pueden afectar solo a la vegetación de escasa talla; de hecho, este es el fundamento de algunos tipos de quemas prescritas. En sentido opuesto, los derribos pueden actuar solo sobre los individuos de una generación más vieja, como ocurre con cierta frecuencia cuando se dejan unos pocos árboles padre tras haber crecido en densidad (Figura 3.1.8).

Existen muchas posibilidades que llevan a configurar unidades de vegetación multigeneracionales. Una es el establecimiento muy paulatino de la regeneración, que puede deberse a un medio geoclimático muy duro o a la acción de fitófagos, entre otras posibles causas (figuras 3.1.9 y 3.1.10). En rodales densos dominados por una sola generación, y sin intervención de eventos renovadores, la opción más típica es el desarrollo de un estrato de árboles tolerantes bajo otros que no lo son (Figura 3.1.11). Si median renovaciones, ya no es necesario que las nuevas generaciones estén compuestas por plantas tolerantes.

Figura 3.1.8. Foto 48182. Hayedo multigeneracional que, progresivamente, debido a la muerte de los viejos pies, se va mutando en coetáneo. En este rodal, los dos viejos pies, un roble y un haya trasmocha, que estaban rodeados de una generación de hayas mucho más jóvenes, han sucumbido. En este caso la regularización ha ocurrido de forma espontánea, aunque también es frecuente que el hombre corte los pies maduros para dejar espacio a las nuevas generaciones (Huidobro, Burgos).

Figura 3.1.9. Foto 30958. Colonización paulatina por *Pinus uncinata*, en el límite superior del arbolado. Cuando las condiciones para el establecimiento del regenerado son muy duras, como en este caso por el clima de alta montaña, se forman rodales multigeneracionales por dificultad de instalación (Gistaín, Huesca). Este tipo de irregularidad no es habitual en el Valle de Mena, ya que el clima es muy benigno; podría darse, puntualmente, en los procesos de colonización de roquedos.

Figura 3.1.10. Foto 39874. Aquí las condiciones del medio geoclimático son muy buenas para el rápido establecimiento y desarrollo de las hayas. Pero estas se encuentran con una dificultad: la acción del ganado, que es aparente por el porte recomido de los árboles en su parte baja. Con el tiempo, las hayas van escapando del diente del ganado y su patrón de desarrollo cambia de forma radical, adquiriendo el típico porte de crecimiento libre, según el modelo fijado genéticamente. La progresividad del proceso hace que cuando el dosel se cierre en él intervengan pies de varias generaciones (Barrio, Álava).

Figura 3.1.11. Foto 40787. Una generación más vieja de pinos (*P. radiata*) presenta regeneración anticipada de frondosas más tolerantes, en concreto de robles (*Q. robur*) y encinas (Nava de Ordunte, Valle de Mena).

3.1.2. Las bases de la sostenibilidad ecológica

Se fundamentan en una serie de ideas más o menos desarrolladas con anterioridad:

- Paradigma de no-equilibrio (ver, por ejemplo, Mori, 2011): los ecosistemas en general, y los montes en particular, son esencialmente dinámicos y nunca optimizan su respuesta frente los factores actuantes en un momento dado, sino que simplemente reaccionan ante lo que ha ocurrido en su pasado
- Fin del maniqueísmo: no hay ecosistemas "buenos" y "malos", sólo que sirven mejor o peor para cumplir ciertos objetivos
- Análisis del ecosistema como conjunto
- Conservación de procesos, no de cosas: no existe la "foto fija" de un ecosistema
- Las renovaciones como fundamento del diseño de la conservación
- Estudios realizados a varias escalas y desde varios enfoques

Desgraciadamente, esta nueva línea de pensamiento ecológico no ha sido adoptada por grupos ecologistas, ni trasladada a la práctica común en espacios naturales protegidos, ni goza de suficiente consenso entre técnicos y científicos, ni mucho menos en la sociedad en general, cada vez más urbanita, más desligada de los montes y que comprende menos su funcionamiento. Con frecuencia se confunde desarrollo sostenible con:

- La no-actuación
- Volver a los modos de aprovechamiento del "sistema agrario tradicional"
- Evitar impactos paisajísticos

El aprovechamiento, y no la inactividad, debe ser la base de la conservación. Es una de las consecuencias de la paradoja dinámica multiescalar: para mantener una relativa constancia a un nivel son necesarios cambios a menores niveles.

Este estudio se enmarca en una línea de pensamiento según la que, dado que tanto la ecología como la economía son determinantes en la gestión de los montes, es absurdo soslayar cualquiera de los dos. Tras partir de esta asunción, se ha comprobado cómo, en muchos casos, las ideas preconcebidas al respecto han resultado no ser ciertas, hasta el punto de que se puede afirmar: la gestión basada en un profundo conocimiento ecológico es la que permitiría los mejores resultados económicos; y, de forma complementaria, una gestión con las decisiones orientadas por los beneficios económicos a largo plazo es, casi siempre, una buena alternativa ecológica.

3.1.2.1. **Integración de los montes en la socioeconomía rural**

La historia muestra cómo, en los últimos milenios, el comportamiento de los seres humanos es el factor clave de la dinámica ecológica. La relación del hombre con el monte ha sido dirigida en primer lugar, y de forma fundamental, por la necesidad de obtener recursos de él: primero caza y frutos silvestres (en las sociedades de cazadores-recolectores), tras la revolución neolítica pastos y tierras en las que cultivar, siempre leña o en general combustibles, elementos para sus construcciones (sobre todo madera, pero también piedra, tepes, matas, etc.), flores para sus abejas, y en general una amplia variedad de recursos que en largos periodos de la historia de la humanidad fueron la base para su sustento. Pero no solo las necesidades materiales han determinado esa relación: también han influido las creencias religiosas, los paradigmas sociales dominantes y en general el acervo cultural de las poblaciones, que era muy variable según el periodo histórico, la zona del planeta e incluso según cada comarca.

Cuando, por el motivo que fuese, los hombres han superado ciertos umbrales en su efecto sobre el medio, han sido capaces de llevar a la ruina ecológica grandes extensiones, lo que a su vez ha provocado la desaparición de civilizaciones enteras (Diamond, 2005). En general, estos procesos de colapso están relacionados con la pérdida del arbolado y la erosión edáfica, aspecto este último que es determinante porque impide la recuperación del ecosistema a corto y medio plazo.

En cada momento y lugar los factores de amenaza de la sostenibilidad son diferentes. Durante el sistema agrario tradicional, eran clave las apremiantes necesidades materiales, que impulsaban a una excesiva explotación de los recursos y a la pérdida de dos capitales que son básicos para el funcionamiento del ecosistema y para su recuperación cuando las condiciones mejoran: el suelo y el patrimonio genético. Hoy en día, superada esta radical amenaza, se ha llegado a una situación contraria, en la que los riesgos son mucho más sutiles y vienen de la mano de la desconexión de los montes y las poblaciones locales. La mejor garantía de conservación a largo plazo es que la sociedad en su conjunto valore adecuadamente los montes y comprenda, aunque sea

rudimentariamente, lo que es una gestión forestal adecuada y lo que no. Es decir, que sea capaz de percibir con qué políticas forestales se obtienen los objetivos fijados y con cuáles no; algo que no resulta en absoluto evidente, entre otros motivos por los largos plazos involucrados en el manejo de los montes.

La valoración social, idealmente, debería aunar tanto la vertiente económica (montes rentables para la sociedad), como la social (montes apreciados como lugar de esparcimiento) y la ecológica (regulación hidrológica, hábitat para multitud de especies…). A este respecto, la visión de la sociedad más rural difiere marcadamente de la urbanita: para la población que no solo vive en los pueblos sino que trabaja en el sector primario, los montes deben sobre todo contribuir como fuente de recursos económicos. Desde luego, hoy en día esta parte de la población es muy minoritaria, pero sin embargo su papel en la gestión es clave, porque son los que más directamente se relacionan con el monte; y son los que, en caso de desvinculación, desarrollan comportamientos más peligrosos, a través de un uso incorrecto o deliberadamente dañino del fuego, con falta de cuidado en la gestión de residuos, etc. Respecto a la población rural que no vive de la agricultura, de la ganadería o de trabajos forestales, su comportamiento e ideología se parece más a la del habitante de ciudad que a la de sus vecinos del sector primario, si bien es cierto que la cercanía genera una visión un poco intermedia entre los dos mundos contrastados. La gestión forestal debe procurar encontrar un equilibrio entre estas dos percepciones antagónicas, produciendo recursos que permitan la mejora de la economía y el progreso social en los pueblos, siendo la base de una cadena monte-industria que puede generar beneficios muy lejos del monte, y haciendo esto de una forma que no rechace la sociedad urbana, que en nuestras sociedades democráticas es la que más peso tiene en las decisiones políticas y por tanto en las normas que rigen el comportamiento.

3.1.2.2. **Ecología y economía**

Se trata de dos disciplinas que tradicionalmente se han visto como enfrentadas, pero no necesariamente debe ser así. De hecho, no tiene mucho sentido concebir una sin la otra. De hecho, si la economía no respeta las leyes ecológicas, y es evidente que la consumista sociedad actual no las respeta, tarde o temprano aboca a las sociedades al colapso (ver Diamond, 2005). De forma complementaria, la ecología que no incluya aspectos económicos en sus análisis limita tanto su interpretación de los hechos como su capacidad de predicción; y la silvopascicultura que emane de una ecología que desprecie la economía está abocada a un rotundo fracaso por imposibilidad de aplicación o por efectos muy limitados.

Ambos, los sistemas ecológicos y económicos, tienen comportamientos complejos. Quizá no sea posible uncir dos caballos caóticos al mismo carro (Margalef, 1991; y él se refería a dos sistemas fractales tan complementarios como son el relieve y la hidrografía). Pero sí es posible dejar de verlos como enfrentados. Su antagonismo proviene de que en ambos han predominado, y continúan haciéndolo, las aproximaciones cortoplacistas: ausencia de impactos por un lado, y dinero fácil y rápido por otro. Con una perspectiva más integradora, que es equivalente a decir a largo plazo, dejan de verse como opuestos e incluso empiezan a confundirse, porque en periodos dilatados se comprueba que no es rentable ir en contra de las leyes naturales. En concreto, en los montes, la radical separación entre economía y ecología forestal está causada en primera instancia por la codicia, pero fomentada por limitaciones técnicas en ambos colectivos de profesionales: cortoplacismo en economía e ignorancia de las posibilidades de la selvicultura en ecología.

Una integración de ambas ciencias es pues imprescindible. No es suficiente con dejar de percibirlas como antagónicas sino, hasta cierto punto, se pueden tratar como una entidad conjunta, lo que no impide que en detalle tengan cada una sus planteamientos e instrumentos de desarrollo: el fin del antagonismo no implica identidad de objetivos.

Un ejemplo de la visión antagónica es la idea de “destinar los bosques espontáneos a conservación”, es decir, apenas cortar en ellos: prevenir los impactos y la supuesta mala estética de las cortas es la mejor forma de no garantizar su conservación a largo plazo, sobre por el desapego de los propietarios y de las poblaciones rurales, que preferirán otros tipos de ecosistemas que les reporten mayor rentabilidad. Se debe acabar con la dicotomía bosques de producción-conservación. Es fundamental que los bosques espontáneos se integren con absoluta normalidad en la infraestructura productiva del país. No tiene sentido que la producción recaiga fundamentalmente en las plantaciones, ni por motivos ecológicos, ni económicos, ni sociales.

La inmensa mayoría de los bosques comparten objetivos de producción y de protección, aunque en general en ambos aspectos hay una gran posibilidad de mejora. Si se realiza adecuadamente,

la producción es una herramienta de la conservación. Una gestión forestal intensa, decidida (no a la defensiva), fundada en el conocimiento ecológico, bien planificada y ejecutada, es la mejor apuesta para prevenir diversas amenazas y en general por la sostenibilidad.

En la medida de lo posible, es preferible que la gestión forestal no dependa de las subvenciones, o de cualquier forma de financiación con presupuestos públicos. Este es un factor clave de sostenibilidad que lógicamente no siempre se puede conseguir, en especial en montes en las fases iniciales de recuperación tras el fin del sistema agrario tradicional. Pero en otras situaciones, por ejemplo en bosques bien capitalizados, hay que intentar que minimizar esa dependencia: no se debe olvidar que las sociedades modernas tienen otras prioridades mucho más importantes que los montes (sanidad, educación, pensiones, personas dependientes, etc.), por lo que en caso de necesidad la gestión forestal forzosamente será siempre una de las más afectadas por los recortes presupuestarios; lo que se puede ver desde otra perspectiva, que es la del carácter caótico de la financiación pública para los montes. En todo caso, aunque en un momento dado no sea posible desligarse de los fondos públicos, es importante tener presente lo aquí expuesto, sobre todo porque es fácil relajarse a este respecto en una cultura generalizada de las subvenciones, como es la europea (Figura 3.1.12).

Figura 3.1.12. Foto 46881. Se debe asumir que una red viaria, de una densidad adecuada a los objetivos establecidos, y a las capacidades productivas y otras características del monte, es imprescindible para una gestión sostenida en el tiempo. En la imagen se ve la construcción de una pista forestal en terreno muy dificultoso, por la gran rocosidad y elevada pendiente transversal. El vial es necesario para efectuar una clara en este y en otros rodales boscosos. A pesar del alto coste de la obra, fue sufragada íntegramente por el rematante de la clara, es decir, se descontó el coste de la infraestructura del precio de la madera. En este caso, el magnífico desarrollo del bosque ha permitido la construcción del costoso vial sin subvenciones públicas (Gijano, Valle de Mena).

3.1.3. El conocimiento ecológico es la guía de actuación

La ciencia ecológica debe ser la base para el manejo de los montes. Un mejor conocimiento ecológico debería servir para tomar decisiones fundadas en la capacidad de prever sus consecuencias, asumiendo las inevitables incertidumbres. Desgraciadamente, como exponen Zavala *et al.* (2004), los mecanismos de transferencia entre investigación y gestión, son casi inexistentes en la actualidad en España.

Con un buen conocimiento sobre la dinámica forestal y el comportamiento de los componentes aparentemente más relevantes del ecosistema podemos acelerar el continuo proceso de mejora en la gestión, y así ahorrar muchos costes y esfuerzos. Esto no es incompatible, sino que complementa, a la técnica de ensayo y error, inevitable en sistemas complejos. Pero no es lo

mismo probar sin saber muy bien lo que se prueba y sin comprender los resultados que hacerlo dentro de un sólido esquema teórico, que sirve para interpretar el bagaje práctico en general y las desviaciones respecto a lo previsto en particular. Por supuesto, cada interpretación es provisional hasta que la repetición de acciones y repercusiones similares se repita el suficiente número de veces, y se entiendan, o atisben a entender, las relaciones causales.

La idea general es minimizar las intervenciones que no supongan ingresos. En este sentido, muchos procesos espontáneos son adecuados a los objetivos de gestión: en esos casos no será necesaria la actuación humana. En otros casos, acciones puntuales son suficientes para conseguir los objetivos. En pocas ocasiones las intervenciones más drásticas son rentables económicamente o las más adecuadas ecológicamente. Explotar las potencialidades que nos brinda la naturaleza para obtener los objetivos con el mínimo coste exige un conocimiento de las dinámicas implicadas, aunque no es imprescindible que se establezcan relaciones causales precisas. En este sentido se podría explicitar un principio denominado de mínima intervención, de economía o de vagancia: dirigir los procesos espontáneos con el mínimo gasto.

En ecología, y en general en sistemas complejos, siempre hay que estar atentos a correlaciones ocultas y a efectos inesperados. Los planteamientos simplistas pueden no ser acertados, o incluso contraproducentes.

Dada la complejidad ecológica y la heterogeneidad a todas las escalas, además de poseer unos fundamentos acerca del funcionamiento general de los ecosistemas, cobra gran importancia el conocimiento local: en cada zona concreta, y en cada periodo histórico, se dan unas peculiaridades que solo conocen los profesionales locales bien preparados o algunos lugareños especialmente observadores. Algo que puede resultar muy difícil de explicar resulta obvio para el que conozca un detalle decisivo de la historia ecológica del sitio. Cada selvicultor o cada ecólogo que trabaja en una zona concreta deberían tener ventaja sobre los foráneos en la capacidad de interpretación y de predicción (Figura 3.1.13).

Figura 3.1.13. Foto 51074. Trabajadores ejecutando una clara en un pinar irregular de P. radiata. La irregularidad se da tanto en tamaños como en la distribución espacial, que es agrupada. En principio esta estructura resulta sorprendente para esa especie, que casi siempre se presenta formando rodales regulares y con los pies uniformemente espaciados. La explicación reside en el origen, que no es por plantación sino por regeneración natural tras una corta a hecho del pinar preexistente. La zona no se cerró al ganado y la instalación de los pinos se produjo de forma lenta y heterogénea en el espacio, lo que ha dado lugar a la estructura actual. El conocimiento de la historia previa es fundamental para tener una explicación satisfactoria de lo que se observa, y evitar así interpretaciones especulativas (Ribota, Valle de Mena).

3.1.3.1. **La paradoja dinámica multiescalar**

En el apartado 1.1.7 ya se expuso el fundamento de la paradoja dinámica multiescalar, que no es otro que la necesidad de cambio a una escala para lograr la relativa constancia a otra. El capítulo ha sido pródigo en ejemplos prácticos que ilustran este principio ecológico. Sus implicaciones prácticas sobre la gestión de los ecosistemas son tan grandes y evidentes, y sin embargo su aplicación en el mundo de la conservación tan escasa, que se hace necesario un mayor desarrollo de estas ideas.

Buena parte de los ecosistemas forestales del Valle de Mena se encuentra incluidos en la Red Natura 2000, dentro de lo que se denominaba lugar de importancia comunitaria "Bosques del Valle de Mena" (código ES4120049) y que en la actualidad ya está declarado como zona de especial conservación, con el mismo nombre (figuras 3.1.14 y 3.1.15).

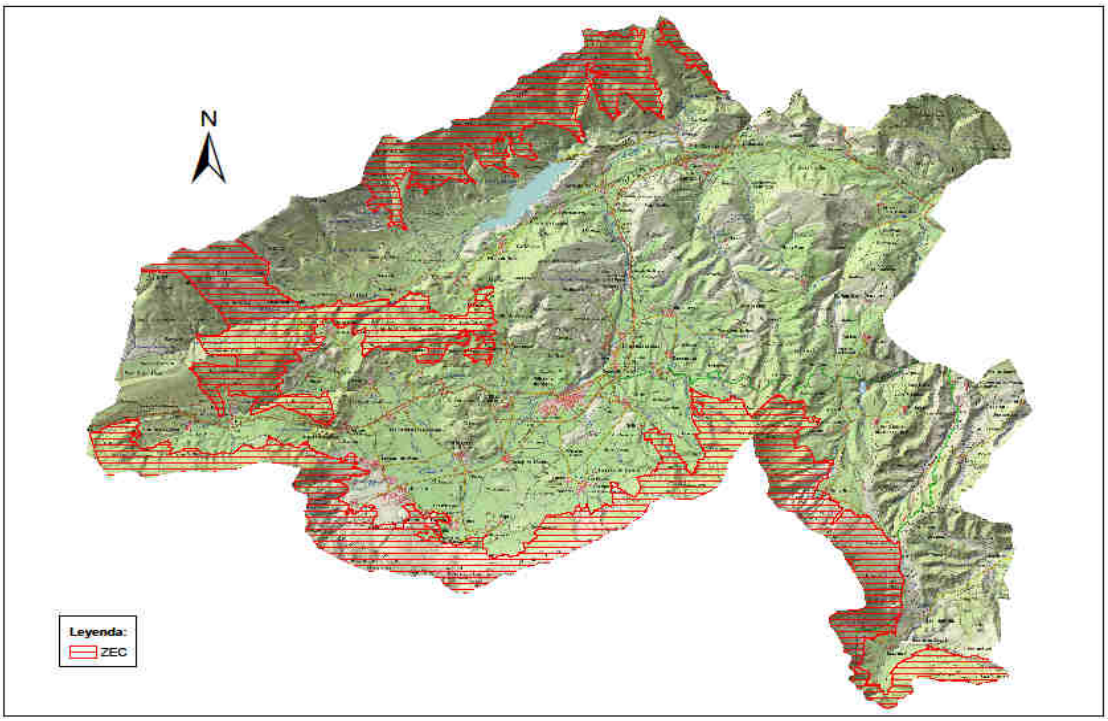


Figura 3.1.14. Zona de especial conservación "Bosques del Valle de Mena". Se observa su distribución en la orla montañosa que bordea el valle, tanto por el norte como por el sur. Como única excepción, está incluida una zona montuosa, de menor elevación, en la parte centro-occidental de Mena.

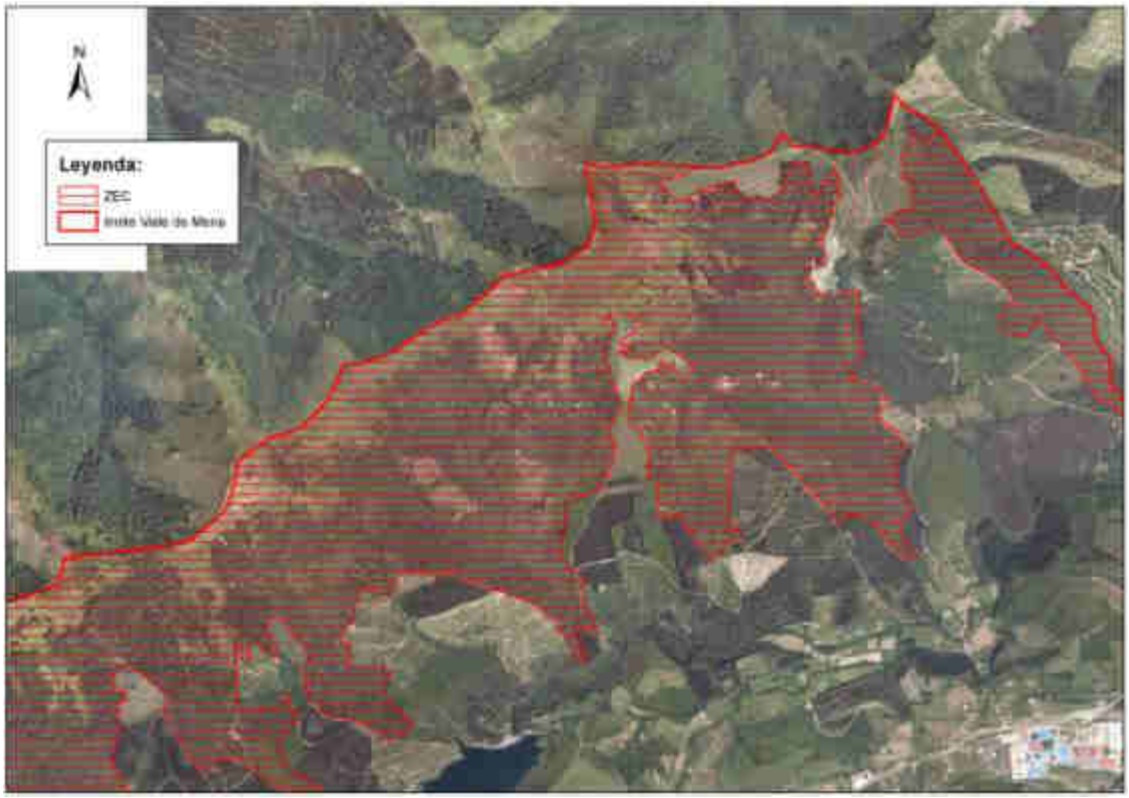


Figura 3.1.15. La delimitación de la zona de especial conservación, vista a más detalle, en la parte oriental de los montes de Ordunte. Con frecuencia es necesario un análisis multiescalar para detectar ciertos patrones: a este nivel se observa cómo en la delimitación del lugar de importancia comunitaria (ahora transformado en zona de especial conservación) se ha seguido el criterio de excluir las repoblaciones forestales de coníferas. Esto ha llevado al establecimiento de un límite con alta dimensión fractal, es decir, con muchos entrantes y salientes, algo costoso de replantear sobre el terreno: es una muestra que simplemente se hizo sobre un plano, seguramente una imagen como la aquí expuesta. Pero el problema mayor de la delimitación efectuada estriba en la dificultad para cambiarla en el tiempo, pues conlleva complejos procedimientos administrativos; tan difíciles de culminar al menos cuando se trata de disminuir superficie protegida que casi se podría decir que esta es inamovible en un sentido y muy costosa de cambiar en el otro (como prueban los repetidos e infructuosos intentos del Ayuntamiento del Valle de Mena por ampliarla). Lo peor de todo es lo que subyace bajo la "foto fija": una concepción estática de la naturaleza, algo que dificulta enormemente cualquier política de conservación. Los ecosistemas son sumamente dinámicos, y la delimitación de los espacios protegidos debería seguir accidentes naturales como ríos, arroyos, crestas, etc., o límites artificiales como son los de tipos de propiedad (pública o privada; catalogada o no), carreteras u otras infraestructuras. Pero no tipos de vegetación, que son sumamente inestables en el tiempo; y más en Mena, como ha mostrado el análisis efectuado en el capítulo 2. Algunas de las repoblaciones excluidas de la zona de especial conservación podrían en breve, y con el tratamiento adecuado, sustentar un bosque semejante a los incluidos, aunque más diverso, joven y vigoroso (ver, por ejemplo, las figuras…, donde se aprecia el abundante regenerado de frondosas bajo algunos de estos pinares rechazados por su supuesta falta de naturalidad).

La Red Natura adolece de una perspectiva dinámica, lo que constituye una de sus principales limitaciones. Pero nada impide, al menos en principio, que esa perspectiva sea adoptada en su aplicación práctica. Es algo imprescindible porque la conservación está asumido que se debe basar más en los procesos que en los objetos (Terradas, 1998). Y es más urgente por el hecho de que muchos de los ecosistemas a los que otorga protección jurídica la Red Natura serían eliminados con cierta rapidez, de forma espontánea, si se deja progresar la sucesión. El hecho de que la política europea de conservación de la naturaleza haya dado importancia a ecosistemas que forman parte de los estadios iniciales de la sucesión es sin duda positivo: los servicios ecológicos, que parecen uno de los posibles enfoques adecuados para otorgar el valor ecológico, no dependen del estadio sucesional. Al menos se ha desterrado la idea de vegetación climácica como superior. Eso sí, falta en la valoración la ubicación del ecosistema en su contexto espacio-temporal: el valor de conservación es totalmente dependiente de él; si un ecosistema es muy escaso en su entorno, eso le da un valor en sí mismo, algo que no recoge adecuadamente Red Natura, demasiado basada en aspectos florísticos. Un ejemplo es la importancia de la conservación de bosques en fase de relevo, con árboles viejos sucumbiendo por su avanzada

edad: su extraordinario valor ecológico no radica tanto en la diversidad que albergan, que es muy elevada, como en su escasez tras milenios de intensa explotación humana.

Insistiendo en la idea del contexto, este puede incluso ser un factor más importante para valorar la importancia ecológica que otros como la complejidad estructural o la riqueza específica. Así, por ejemplo, ecosistemas como los pastizales terofíticos o las turberas, que no son especialmente ricos o complejos, pueden tener un valor que radica en su escasez en determinados ámbitos, aunque en otros sean tan abundantes que se conviertan en banales en ellos.

En el caso de la zona de especial conservación Bosques del Valle de Mena, la causa original de su declaración como lugar de importancia comunitaria fue la necesidad de ampliar la superficie de quejigares atlánticos (hábitat robledales ibéricos de *Quercus faginea* y *Quercus canariensis*; código 9240), si bien luego se ampliaron los principales valores a proteger, que son:

- Turberas, hábitats higroturbosos y especies asociadas
- Bosques eurosiberianos extensos y maduros y especies asociadas
- Hábitats y especies asociados a cursos fluviales de cabecera y tramos altos-medios
- Bosques mediterráneos singulares y especies asociadas (donde estarían incluidos los quejigares)
- Áreas relevantes por flora protegida, amenazada o endémica

Como se ha expuesto en el apartado 2.9.4, la vegetación mediterránea en el Valle de Mena, y los quejigares en particular, deben su existencia a los procesos históricos de deforestación. En la medida en que estos han cesado, su pervivencia se ve comprometida, salvo intervención decidida a su favor. Es un buen ejemplo de aplicación de la paradoja dinámica multiescalar: para conservar los quejigares es preciso renovarlos; en caso contario otras especies más competitivas los sustituirán. Hoy en día, tras unas pocas décadas de recuperación forestal, ya se observa el proceso de eliminación de quejigos por árboles mesófilos, que en Mena se desarrollan con más vigor y alcanzan mayor talla. El proceso es más rápido, como era de esperar, en las mezclas de quejigo y haya: cuando esta supera a los quejigos en altura, estos sucumben con rapidez, por su menor tolerancia relativa (figura 3.1.17).

Existirían infinidad de ejemplos prácticos de la paradoja dinámica multiescalar. En Mena, prácticamente todos los tipos de ecosistemas, clasificados en agrupaciones de masas, precisan de eventos renovadores de gran afección o frecuencia. Esto es muy claro para los cultivos, prados, pastizales, matorrales, madroñales y todos en los que intervienen pinares; pero también, como se ha mostrado en el apartado 2.9.4 los encinares, quejigares, rebollares, y en general la vegetación con cierto matiz mediterráneo (. La única excepción clara serían los hayedos, y quizá algunos de los bosques mixtos de frondosas; los robledales ubicados a baja cota serían probablemente sustituidos por esos bosques mixtos, aunque sobre esta cuestión no existe suficiente experiencia en Mena (por falta de viejos robledales en la parte baja del valle). Por supuesto, las excepciones mencionadas no quiere decir que en ellas no sea de aplicación la paradoja dinámica: simplemente se trata de que la perpetuación no precisa de eventos tan intensos o frecuentes; los hayedos se pueden renovar con pequeños derribos o cortas suaves e infrecuentes.

La paradoja dinámica tiene validez en cualquier tipo de ecosistema y a multitud de escalas espaciales y temporales. Aunque es un concepto ecosistémico, también se podría aplicar a nivel de individuo arbóreo. Los árboles trasmochos en sí mismos constituyen un magnífico ejemplo de cómo la conservación requiere cambio. Los árboles están diseñados de forma que su supervivencia está íntimamente ligada a su crecimiento, lo que no es sino un ejemplo más de conservación (de la vida del árbol) unida a cambio (su crecimiento): si un árbol no crece, se muere. Los tejidos ya muertos van sirviendo de soporte para los vivos, en un desarrollo modular. Una de las formas de conseguir que un árbol sobreviva mucho tiempo es conseguir que crezca, pero poco: si se desarrolla rápidamente alcanza un tamaño que a medio y largo plazo compromete su supervivencia, por problemas vasculares y de propensión de derribo. El tratamiento de poda intensa y reiterada a que se sometía a los trasmochos era un sistema eficaz de mantener los árboles vivos pero con un crecimiento reducido, de forma que se lograba que permanecieran semejantes a sí mismos durante periodos seculares. Así se consiguió algo en principio contranatural, puesto que los árboles están diseñados para que en ellos la constancia se logre a nivel rodal o superior, mediante el relevo generacional, y no dentro de un pie. Sobre todo porque si un árbol crece despacio, es probable que sea dominado y finalmente eliminado por los vecinos, lo que tiene evidentes repercusiones evolutivas; algo que tampoco ocurría con los trasmochos, pues

se mantenían a baja densidad. La repetida eliminación de ramas lograba la relativa constancia a un nivel superior: el de árbol, en este caso.

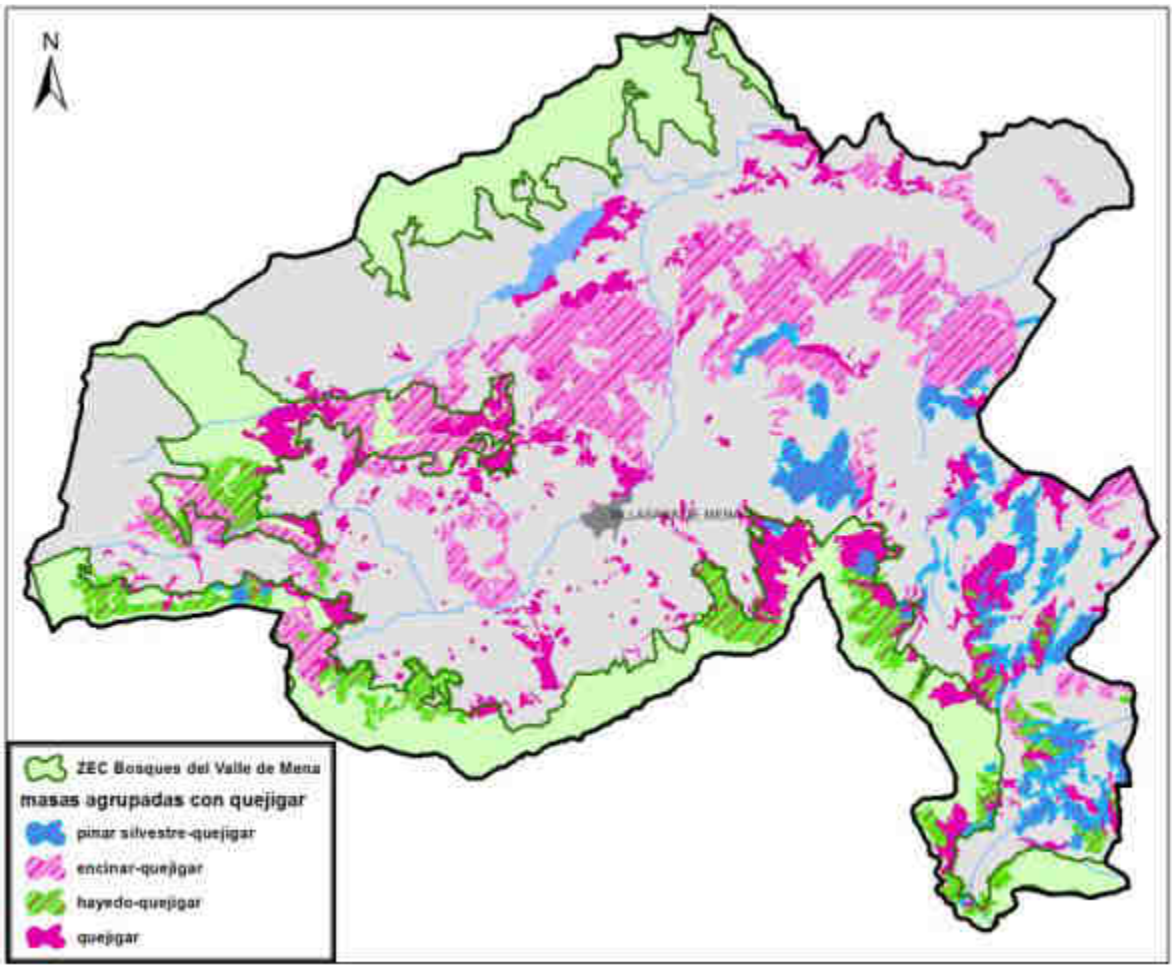


Figura 3.1.16. Se observa que, a pesar de que el objetivo inicial de la declaración del lugar de importancia comunitaria Bosques del Valle de Mena era la protección de los quejigares atlánticos, estos bosques no fueron especialmente seleccionados. La tendencia a que los terrenos protegidos se asienten sobre propiedades públicas, sobre todo si están catalogadas, y la extendida preferencia por los ecosistemas de montaña son posibles explicaciones.

Tabla 3.1. Superficie en hectáreas de las diferentes agrupaciones de masas consideradas. Para cada una de ellas se ha recogido el total en Mena, la parte incluida en la zona de especial conservación (ZEC) y la parte de la agrupación incluida en la ZEC.

agrupación de masas	Valle de Mena	ZEC	% en ZEC
bosque conífera-frondosa	979,0	217,4	22,2%
bosque mixto coníferas	107,8	34,1	31,6%
bosque mixto frondosas	1.096,0	577,6	52,7%
encinar-quejigar	2.771,2	449,0	16,2%
hayedo	1.086,0	1.025,5	94,4%
hayedo-quejigar	863,6	689,2	79,8%
hayedo-rebollar	244,5	138,4	56,6%
infraestructuras	825,3	1,4	0,2%
madroñal	319,8	26,9	8,4%
matorral	1.984,5	398,4	20,1%
otras coníferas	53,7	6,8	12,7%
otras frondosas	28,9	5,2	17,9%
otros bosques mixtos de *Quercus*	725,8	360,2	49,6%
pastizal	4.406,4	569,3	12,9%
pinar radiata	1.593,1	110,7	6,9%
pinar silvestre	529,2	93,3	17,6%
pinar silvestre-quejigar	928,1	67,6	7,3%
prado/cultivo	4.396,5	31,9	0,7%
quejigar	2.071,9	760,8	36,7%
rebollar	553,9	224,5	40,5%
robledal	483,8	431,3	89,2%
robledal-hayedo	226,6	197,4	87,1%
zonas erosionadas	22,2	20,8	93,6%
TOTAL	**26.297,4**	**6.437,6**	**24,5%**

Figura 3.1.17. Viejo quejigo trasmocho, muerto, rodeado de hayas más jóvenes pero que lo han superado en altura y presuntamente han causado su muerte: al menos, la intensa sombra que sobre él ejercen es causa suficiente para ella. Los árboles trasmochos, mientras se mantienen las condiciones para las que fueron creados, es decir, dehesas con

intenso aprovechamiento pastoral y podas recurrentes para obtener leñas, pueden ser sumamente longevos. Pero el abandono de esos usos, que ha provocado en este caso una proliferación de hayas más jóvenes, con un rápido crecimiento en altura, ha sido letal para el quejigo. Como siempre, la conservación o relativa constancia pasa inevitablemente por el cambio a menor escala (Vivanco, Valle de Mena).

Foto 34615. Pinar de silvestre que podría tener la típica fisonomía de los ubicados mucho más al sur, en zonas no especialmente húmedas del Sistema Ibérico: está relativamente abierto, los árboles no crecen muy rápido, abunda el enebro en los huecos... Pero la imagen es engañosa: se ha tomado en la vertiente cantábrica, en el municipio de Ayala; la inconfundible silueta del pico del Fraile deja poco lugar a dudas sobre la proximidad a Mena, con la que hay continuidad ecológica. A diferencia de lo que ocurre en lugares más secos, el pino aquí precisa de eventos intensos para persistir; o más bien, de una cierta combinación de afección, frecuencia y extensión. Se trata de una umbría de pendiente suave (Lejarzo, Álava).

Foto 34695. En esta zona, en cuanto los pinares logran cerrar la cubierta, la dinámica cambia y se hace más favorable para las frondosas, más o menos tolerantes. Aquí en concreto destaca un acebo, pero en este mismo rodal hay fresno, haya, mostajo, roble y quejigo. Con la sombra, los enebros van entrando en declive. Se podría decir que los pinos están condenando su propia persistencia como especie: es la estrategia de los colonizadores ("de la r"). En la comarca de

Ayala-Arceniega-Mena los pinares no son en absoluto una anécdota, sobre todo en los dos primeros municipios; pero su abundante presencia espontánea, en el húmedo clima de la vertiente cantábrica, precisa de la existencia de zonas despejadas, y responde a un momento muy concreto en la dinámica ecológica secular. Probablemente, en un pasado remoto, sin apenas influencia humana, tendrían condiciones más adecuadas que las actuales para su perpetuación. Sobre todo en la recuperación del bosque tras incendios forestales, que aunque menos frecuentes que en la actualidad serían mucho más extensos; también el papel de megafitófagos ahora extintos sería muy relevante (Madaria, Álava).

Foto 34616. Si se quieren perpetuar estos pinares cantábricos (o los encinares, o los quejigares), es necesario intervenir. Las cortas parecen ser la mejor opción, con dos posibilidades (y un gradiente entre ellas): cortas intensas, que es la solución habitual y la que se ha aplicado en el rodal de la imagen; o frecuentes, que como se mostrará posteriormente sirven para una gran variedad de objetivos (ver figura 3.3.50). Tras el intenso evento, además de *Pinus sylvestris* crecen con vigor *P. pinaster*, para el que todavía son más ventajosas estas condiciones despejadas. En la imagen llama la atención el vigor con el que crecen los pinos tras la renovación, que contrasta con el mucho más escaso de las masas envejecidas; el suelo margoso influye en el declive con la edad (Lejarzo, Álava).

Figura 3.1.18. Foto 44863. El cese de la explotación tradicional ha provocado el declive acelerado de los pies trasmochos, mediante densificación como en la imagen anterior, y también por un proceso a nivel de individuo: cuando un trasmocho se deja de podar, cada rama, que tiene en su código genético la capacidad de crecer como un árbol completo, se desarrolla tanto que el conjunto del pie se inestabiliza y, como en el haya de esta fotografía, termina por desmoronarse. Lo aquí sucedido constituye un icono, a nivel individual, de dos cuestiones que afectan a nivel ecosistémico: la paradoja dinámica multiescalar y la necesidad de intervenir para conservar lo que el hombre ha alterado profundamente (Leciñana, Valle de Mena).

3.1.3.2. **Las acciones indirectas o por qué lo obvio a veces no lo es tanto**

En los ecosistemas forestales, como sistemas complejos que son, una extensa e intrincada red de relaciones condiciona su respuesta ante cualquier circunstancia. Cada vez que se actúa sobre uno de sus componentes, esto repercute en el resto, muchas veces de forma inopinada; lo que con frecuencia lleva a respuestas contrarias a lo esperado. Uno de los motivos más importantes para estos comportamientos reside en la red de predadores, parásitos, competidores y en general de organismos que interactúan de forma negativa con otros: cada vez que se eliminan seres vivos de un tipo se afecta negativamente a las poblaciones de sus predadores y parásitos, y se favorece a sus competidores, que pueden tener un efecto más perjudicial para los intereses humanos que el organismo que en primera instancia se interpretaba como dañino. Esto lo conocen muy bien los que se dedican a la lucha integrada contra plagas y en general organismos dañinos. Pero no solo este es el motivo de estas reacciones contrarias a lo más obvio. Otra fuente de errores habituales es que en ecología y en gestión forestal, con carácter general, las tendencias dinámicas importan más que la situación en un momento dado: habitualmente es menos importante un exceso (o una falta) de organismos de un tipo que la tendencia a su aumento (o a su disminución) a medio y largo plazo. Comprender esas dinámicas, que pueden ser subyacentes, es fundamental para prevenir errores de gestión. El conocimiento de la dinámica de los principales componentes y del ecosistema en su conjunto es la única forma de prevenir acciones contraproducentes.

Muchos objetivos se consiguen de forma más fácil, duradera y barata con acciones indirectas. Incluso es bastante habitual que si se persigue un objetivo de forma directa se logre el efecto contrario. Con frecuencia, las acciones indirectas son más decisivas: procurar condiciones adecuadas para que los procesos espontáneos “realicen el trabajo”. Por ejemplo, eliminar el matorral heliófilo con sombra en lugar de desbroce, que es contraproducente cuando las matas están preadaptadas a responder con rapidez a eventos renovadores: mediante rebrote como los brezos; o también con fácil regeneración por semilla y rápido crecimiento inicial, como las jaras; o bien de forma mixta, como los tojos (figuras 3.1.19 y 3.1.20).

Figura 3.1.19. Foto 15223. Extenso brezal con rebollos dispersos. Se desbrozó hace unos pocos años, supuestamente con finalidad ganadera y de prevención de incendios: el objetivo era eliminar el brezal y conseguir un pastizal. Pero, en estas condiciones, lo único que se ha conseguido es un brezal mucho más vigoroso. El objetivo, perseguido de forma directa y sin el indispensable conocimiento ecológico, no se ha conseguido en absoluto, sino que la acción ha sido contraproducente, además de costosa (Cegoñal, León).

Figura 3.1.20. Foto 13544. Muerte masiva de brezal de *Erica arborea* en rodal que se quemó hace ya unas decenas de años. Se aprecian daños de fuego en los árboles viejos; en concreto se ve una gran herida de fuego en el haya de la derecha y otra en el roble de la izquierda. Los árboles jóvenes, que determinan la fase de expulsión, son robles. Lo que de forma directa, desbrozando, no se puede obtener, se ha logrado con unas décadas de exclusión del fuego y de densificación arbórea (Boca de Huérgano, León).

3.1.3.3. **Las ventanas de oportunidad**

No todos los momentos son igualmente oportunos para actuar: en algunos se consigue fácilmente lo que en otros es imposible. Así, por ejemplo, y con carácter general, para lograr establecer las especies deseadas los periodos más adecuados se producen al comienzo de las fases de ocupación y reposición (figuras 3.1.21 a 3.1.23). Para beneficiar a una especie frente a otra es preferible que los individuos de ambas sean de tamaños semejantes, o provocando renovaciones para mejorar las posibilidades de las plantas de menor talla y tolerancia.

El conocimiento de los atributos vitales de las especies implicadas, de las tendencias sucesionales y de cómo se producen las fases de desarrollo son las bases para mantener o alcanzar las estructuras (los hábitats) deseados. En definitiva, como casi siempre, es una cuestión de comprensión de la dinámica forestal.

Figura 3.1.21. Foto 51340. Ladera que estaba cubierta de *Pinus radiata* y se ha cortado a hecho y repoblado con retroaraña. Con la eliminación de la vegetación y la remoción del terreno se recrean, aunque sea puntualmente como en este caso, las condiciones de la fase de ocupación. La preparación del terreno se ha efectuado por bosquetes, respetando las frondosas regeneradas bajo el pinar. Esto provoca que en el mismo rodal coexistan bosquetes en fase de ocupación con otros en los que los árboles han superado ya a las matas e incluso con pequeñas zonas donde se ha cerrado el dosel. Siguiendo el concepto de gestión que se expone en este trabajo, se tienden a sustituir los rodales monoespecíficos de *Pinus radiata* por otros mixtos en los que van a intervenir: pinos de esa especie regenerados de forma espontánea tras la corta; otras coníferas, repobladas, como *Pinus nigra* o *Pseudotsuga menziesii*; frondosas plantadas como *Quercus petraea*, *Q. robur*, *Sorbus* spp., *Acer* spp., *Tilia* spp., *Prunus avium*, *Fraxinus excelsior*, *Populus tremula*, *Betula* spp., *Juglans regia*; y estas mismas especies cuando se han regenerado de forma espontánea (Villasuso, Valle de Mena).

Figura 3.1.22. Foto 31583. Repoblación de *Pinus nigra* que ha completado recientemente su fase de expulsión y en la que todavía se da una fuerte competencia entre los pies que forman el dosel. Bajo él se han plantado, dentro de tubos protectores, encinas y algunos enebros (*Juniperus oxycedrus*). El crecimiento y posibilidades de instalación y supervivencia del subpiso mejorarían con una clara en el pinar, de forma que se liberase espacio vital y así se activase el proceso de recuperación del sotobosque, que es el que define la fase de reposición (Vadillo Castril, Jaén).

Figura 3.1.23. Foto 24859. El desarrollo del subpiso es mucho mejor cuando la competencia del dosel superior se ha amortiguado, bien por reducción del número de pies, por su menor vitalidad o incluso por una mayor altura, que permite mejor el desarrollo de un sotobosque, aunque solo sea porque los pies más altos cimbrean más y el rozamiento resultante impide una mayor proximidad entre ellos. El medio geoclimático, factor que siempre está presente, condiciona las opciones; así, en un medio benigno, se puede abrir más el dosel sin que se resientan mucho las condiciones microclimáticas que permiten un desarrollo más rápido del subpiso. Lógicamente, también influye la tolerancia relativa de los táxones implicados: cuanto más tolerantes sean las especies que se pretenden plantar en relación al dosel dominante, mayores posibilidades de éxito. En este caso se han plantado diversas frondosas caducifolias, intermedias en tolerancia (sobre todo *Quercus petraea*) bajo dosel de pino silvestre en el que se ha efectuado una clara. Se observa cómo el sotobosque se está recuperando: fase de reposición consolidada, pero en la que todavía el subpiso tiene escasa densidad (lo que permite la acción de introducir robles). En estas condiciones, es de esperar un buen desarrollo

de lo plantado, pero existe una notable incertidumbre: las poblaciones de ciervo son excesivas para la instalación de casi cualquier especie arbórea, excepto para las hayas que poco a poco se van regenerando (Pedrosa del Rey, León).

3.2. PREVENCIÓN DE RIESGOS MEDIANTE UNA GESTIÓN ANTICIPADORA

3.2.1. El concepto de riesgo

Se define como riesgo la posibilidad de que ocurra una pérdida en los servicios que rinden los ecosistemas. Es un concepto antropocéntrico: para la naturaleza nada es mejor ni peor, solo distintas posibilidades, que unas se materializan y otras no.

Los riesgos (la incertidumbre) son inherentes a los sistemas complejos, y forzosamente estarán presentes en su gestión, que debería integrarlos en sus previsiones. Los riesgos son a la vez oportunidades: económicas, para algunos tipos de ecosistemas, etc.

Los eventos renovadores son parte esencial de la dinámica ecológica. Los eventos más drásticos son vistos como catástrofes, aunque son vitales para el mantenimiento de ciertos ecosistemas. Desde una perspectiva ecológica dinámica los eventos renovadores no son negativos sino consustanciales al monte. Eso sí, algunos eventos reducen en gran medida los servicios ecosistémicos y se pretenden evitar. La gestión forestal consiste básicamente en el manejo de eventos (figuras 3.2.1 a 3.2.3).

Figura 3.2.1. Foto 30252. En los ecosistemas boreales menos influidos por el hombre, los incendios forestales, normalmente de gran tamaño, son la forma habitual de perpetuarse los bosques, y favorecen la regeneración y persistencia en el ecosistema de las especies menos tolerantes como pinos, abedules o chopos temblones. En este caso, además del fuego, se observa el efecto de los aludes, mucho más reducido en superficie. Una nueva generación crece con vigor entre los restos quemados de la vieja; por el momento los pinos, con un crecimiento inicial más rápido, dominan el dosel superior, en el que las píceas, ya abundantes pero de momento relegadas, irán ganando importancia con el tiempo (Kootenay National Park, Canadá).

Figura 3.2.2. Foto 11578. Extensos brezales, en parte quemados recientemente. A pesar de la severa erosión que provocan, que es fácilmente perceptible por las rocas y las cepas que van sobresaliendo cada vez más, los incendios son aquí tan necesarios para la conservación de los brezales como ocurre con los árboles intolerantes en el bosque boreal de la imagen anterior. Otra cuestión es que se desee mantener este tipo de ecosistema y que se asuma el coste de hacerlo, evaluado por ejemplo en la cantidad de suelo que se pierde por la erosión que implican los eventos renovadores con los que se asegura su conservación (Pobladura de la Sierra, León).

Figura 3.2.3. Esta imagen resume, de forma elocuente, el enfoque sesgado que predomina en el análisis de los riesgos y de los problemas de conservación de los ecosistemas. Se trata de un hayedo, con algunos robles, en fase de relevo, ubicado en una zona poco explotada de los Montes Ordunte. Aquí, como en otros muchos montes cantábricos, hay más madera muerta que en los últimos siglos, posiblemente que en el último milenio. Desde luego su falta no es un problema. Sí lo es algo más sutil pero de lo que hay varios indicios. Los acebos recomidos, y la falta de regeneración que aproveche el espacio vegetativo liberado por el gran haya que se desmorona, son claras muestras de la sobreabundancia de fitófagos; ciervos, en concreto. En segundo término se ve bosquete de espléndida regeneración, establecida como respuesta a una corta efectuada hace casi tres décadas, antes de la proliferación del ciervo. En estas condiciones, los robles no tienen posibilidad alguna de establecerse; solo lo hará algún haya dispersa. A pesar de que aquí, como en muchos otros montes españoles, existe un elevadísimo riesgo ecosistémico que deriva del exceso de fitófagos, en general se tiende a subestimar porque su efecto es insidioso, y solo resulta alarmante a medio y largo plazo. Sin embargo, muchos estudios se centran ahora en la falta de madera muerta en los montes ibéricos; algo que en sí mismo no es un problema, sino simplemente un síntoma de la falta de bosques en las fases de culminación y relevo como consecuencia de que lleva su tiempo la plena recuperación ecológica tras la intensa explotación que caracterizaba el sistema agrario tradicional. A veces los problemas no son tales, y más bien son un exponente de la prisa que tienen los humanos; pero los montes tienen sus ritmos, que se pueden acelerar solo hasta cierto punto (Hornes, Valle de Mena).

3.2.2. Gestión de la incertidumbre

Los ecosistemas son muy complejos, lo que genera comportamientos que se califican como caóticos. La incertidumbre es inherente a los sistemas caóticos, y afecta tanto a detalles como a la organización general. En consecuencia, hay que estar atentos a posibles cambios radicales de escenario, que deben llevar a una revisión completa de objetivos y medios para alcanzarlos. Es preciso asumir que nunca se conocen todas las repercusiones de las acciones (o de la inactividad).

No es posible conocer los efectos de nuestras actuaciones o diseños sobre la totalidad de organismos de un ecosistema forestal, y mucho menos anticiparlos. No obstante, sí se puede, hasta cierto punto, manejar lo desconocido. La promoción de una adecuada representación de diferentes tipos estructurales, cambiantes en tiempo y espacio, lograda gracias a un cierto control del régimen de eventos renovadores, debería proporcionar una suficiente variedad de organismos, incluidos los no conocidos.

Si se asume que siempre van a existir importantes lagunas de conocimiento, es preciso trabajar de forma flexible, con una flexibilidad adecuada a la incertidumbre del proceso concreto. Los planes demasiado rígidos tienen muchas probabilidades de no cumplirse.

Para trabajar con sistemas complejos es precisa una gestión adaptativa, es decir, que se mejore continuamente con los resultados de las acciones, lo que implica un seguimiento continuo del ecosistema para evaluar desviaciones respecto a lo previsto: aunque no se conozcan todos los procesos implicados, esta es una buena forma de ir progresando. Además, es deseable establecer directrices de actuación en caso de situaciones no programadas pero probables o improbables con graves repercusiones.

Incluso, aunque los factores de riesgo (evaluados) sean bajos, siempre existe la posibilidad de que un evento imprevisto desbarate las previsiones. Los organismos patógenos son especialmente elusivos a una predicción certera, en especial en nuestro mundo cambiante y altamente conectado. Un medio tan benigno como es el del Valle de Mena es adecuado para el desarrollo de muchas especies tanto autóctonas como exóticas, y tanto deseadas como consideradas plagas o enfermedades (Figura 3.2.4).

En lo que resta de este capítulo 3 se van a desarrollar varios conceptos e ideas que guardan relación directa con la gestión de la incertidumbre:

- La gestión adaptativa
- La gestión anticipadora
- El principio de precaución
- La prevención de riesgos
- El acotamiento de la incertidumbre con intervenciones frecuentes

Figura 3.2.4. Robledal muy abierto, en un terreno en el que los robles se desarrollaban con densidad y vigor y nada hacía prever (aparentemente) lo que iba a ocurrir: tras un severo ataque de *Armillaria mellea* el arbolado se ha vuelto incapaz de cerrar la cubierta, lo que permite al brezal (de *Erica cinerea*) prosperar, de forma que se incrementa enormemente el riesgo de incendio. Es un ejemplo de la acción de un agente renovador que favorece la de otros. También de cómo, inopinadamente, un ecosistema que parecía paradigma de estabilidad, se ha transformado en unos pocos años: ahora no es solo muy diferente, sino que también lo es su dinámica actual y la previsible futura. Así, por ejemplo, antes era de prever que actuasen derribos o cortas, y no el fuego, que ahora sí es probable. El cambio de escenario, de terreno de juego ecológico, ha sido completo (ver evolución en sucesivos años (Ribota, Valle de Mena).

3.2.2.1. **Gestión flexible y adaptativa**

Aunque los errores forman parte de la naturaleza humana, en sistemas complejos son además inevitables por su propia esencia, de forma inherente no ligada a los imperfectos sistemas de conocimiento y gestión que hemos construido los hombres. Aprender de los errores es básico en la gestión de sistemas complejos, y para que el proceso de aprendizaje sea más fructífero, debería aplicarse una autocrítica que no es habitual en España, donde en el mundo científico y técnico, y sobre todo en sus universidades predomina más la endogamia y la autocomplacencia.

Los sistemas rígidos de gestión de ecosistemas son muy costosos de mantener, en términos de esfuerzo y de dinero. No obstante, en los bosques españoles donde se ha aplicado con éxito el aforismo de ordenar transformando (Navafría, Pinar Grande), puede mantenerse su gestión por su excepcionalidad; y quizá como homenaje al esfuerzo pasado, lo que no debería impedir ciertas adaptaciones a las modernas necesidades y tendencias. En este sentido, en España no parece que haya que realizar grandes esfuerzos por implantar la flexibilidad en forma de desorganización. Otra cosa es la flexibilidad como respuesta a condiciones cambiantes que se anticipan.

Si bien en sistemas complejos es importante la flexibilidad y la adaptación a imprevistos, la política forestal debe sin embargo tener unos fundamentos sólidos y seguir una línea estable, para lo que es deseable que cuente con amplia aceptación social.

La perspectiva a largo plazo, que debe estar siempre presente en la gestión forestal, no debe impedir aprovechar las oportunidades. Un ejemplo es que la posibilidad de corta, que no es sino la limitación impuesta por la necesidad de no superar la tasa de reposición, debe ser aplicada con suficiente flexibilidad para aprovechar coyunturas de venta especialmente favorables; lógicamente con ciertos límites, por ejemplo no superando en un año la posibilidad de tres, puesto que si no se pasaría del oportunismo a una peligrosa improvisación.

El concepto de gestión adaptativa no se va a desarrollar más aquí, puesto que forma una parte nuclear de muchas de las ideas que se expresan en este trabajo, y se tratará de forma recurrente, pero integrada en otros apartados. Se trata de un concepto que no es nuevo (Walters, 1986), y del que hay abundantes referencias bibliográficas (ver, por ejemplo: Stankey *et al.*, 2005; Williams, 2011).

3.2.2.2. **Gestión anticipadora**

El objeto de la ciencia ecológica es mejorar la capacidad de predicción sobre el comportamiento del ecosistema. Los seres humanos deben tener la capacidad de anticipar las dinámicas espontáneas y de dirigir el ecosistema hacia donde interese para un mejor cumplimiento de los objetivos marcados. La gestión anticipadora pretende ir un paso más allá de la gestión adaptativa y aprovechar toda la potencia que permitan los conocimientos ecológicos del momento. Aunque es algo vital, no es suficiente con ir corrigiendo errores: debemos anticiparnos, pero mantenerse expectantes sobre posibles desviaciones respecto a lo previsto. Dado que nunca es posible prever todos los detalles de la dinámica forestal, hay que asumir el acaecimiento de circunstancias inesperadas, y en su caso aprovecharlas, o luchar contra ellas si es necesario.

Partiendo de una situación dada, y con dinámicas adecuadamente descritas, en los ecosistemas europeos existen los conocimientos suficientes para inferir con relativa precisión la ruta que seguirá el ecosistema, siempre con las inevitables incertidumbres. Estas exigen alcanzar un difícil equilibrio entre flexibilidad y visión a largo plazo, entre oportunismo y un cierto conservadurismo.

Aproximarse a los ecosistemas dentro del mundo conceptual del caos determinista ayuda a hacer frente a sus dinámicas y a sacar partido de sus incertidumbres. El precio de la madera, la regeneración, la muerte de pies, los cambios climáticos, los gustos sociales, etc., son ejemplos de factores que experimentan variaciones caóticas debido a que se generan en sistemas complejos.

Hay que reaccionar con rapidez a las circunstancias pero, especialmente en los montes, nunca se puede dejar de pensar a largo plazo. Así, es importante tener previstos cambios rápidos en la orientación general de la gestión de un monte como respuesta a la aparición de nuevos escenarios, por ejemplo como consecuencia de un adelanto tecnológico, de un cambio socioeconómico o de una catástrofe ecológica, por poner tres ejemplos.

La gestión anticipadora tiene como principal instrumento la iniciativa en las renovaciones, que se desarrollará posteriormente. Eso no quiere decir que sea suficiente con que los eventos renovadores sean básicamente los planificados: la base de la gestión anticipadora, como aquí se considera, no es el control de los eventos renovadores, sino el uso intensivo del conocimiento de las dinámicas ecosistémicas para lograr los objetivos fijados. El control del régimen de renovaciones es pues un instrumento y no un fin en sí mismo. Y desde luego no hay ningún afán en evitar las renovaciones espontáneas: estas se asumen como algo inevitable en un sistema sujeto a incertidumbres esenciales.

En la idea de gestión anticipadora existen sin duda connotaciones filosóficas acerca de la relación del hombre con la naturaleza. Los ecosistemas europeos han sido configurados por la acción humana a través de la historia. Lo que observamos actualmente es una de las infinitas opciones determinada por las precisas condiciones iniciales y la precisa ruta seguida por el ecosistema,

claramente influenciada por las actividades humanas. Si los hombres, desde tiempos prehistóricos, han modelado los ecosistemas para conseguir sus fines, sería absurdo renunciar a hacerlo ahora que la capacidad tecnológica es muy superior. Nuestras acciones son decisivas: tenemos los conocimientos y la capacidad técnica de dirigir el ecosistema, pero no es fácil integrar organizar los medios para lograr el cumplimiento de objetivos fijados. Muchos obstáculos se interponen: quizá el más importante es que en las sociedades modernas lo que opina la mayoría tiene gran influencia en la toma de decisiones, y la gestión anticipadora de sistemas complejos escapa, por su propia esencia, al conocimiento general.

3.2.3. Principio de precaución

Se debe procurar que los procesos ecológicos sean reversibles, y que haya situaciones diversas, para minimizar riesgos. Ejemplos de procesos difícilmente reversibles son la erosión del suelo y la pérdida de riqueza genética. Indudablemente, aquí hay evidentes cuestiones de escala temporal: el suelo se acumula en siglos y las especies se diversifican en milenios. Aunque sobre ambas cuestiones se dan enormes diferencias entre ecosistemas y especies. Así en clima templado y húmedo, en escasa pendiente y sobre sustrato deleznable, la edafogénesis progresa con mucha más rapidez que en suelos pendientes o en medios geoclimáticos duros; en todos los casos, la cubierta vegetal ejerce una notable influencia, tanto en los ritmos como en el resultado "final". Los procesos de diversificación genética son todavía más variables en cuanto al tiempo que llevan; un buen ejemplo de cuan rápidos pueden ser los procesos genéticos cuando el hombre interviene para obtener genotipos con ciertos atributos es la gran variedad de razas de perros que se generaron en la época victoriana; pero también presiones naturales selectivas, actuando durante siglos en la misma dirección, conllevan importantes cambios genéticos, lo que no impide que en general las especies duren millones de años.

El uso del principio de precaución, como la orientación general de la gestión, debe ponderar beneficios e inconvenientes de elegir entre distintas alternativas. En el pasado más bien hemos asistido a una ignorancia casi total del principio de precaución: los recursos parecían infinitos, y de hecho lo eran en muchos momentos y lugares, aunque vistos con perspectiva hayan resultado efímeros. Así, en el estado de colonización en zonas boscosas había sobreabundancia de madera (Figura 3.2.5); o el petróleo parecía inagotable para las necesidades de las sociedades preindustriales. Pero desde luego ese planteamiento debería estar erradicado del pensamiento humano desde hace décadas, a pesar de que se sigue popularizando el crecimiento indefinido como solución a los problemas económicos. Contrastando con esa falta de perspectiva, que debería ser global y a largo plazo, en el sector forestal español es frecuente que se vaya a un extremo contrario: el del uso excesivo del principio de precaución, que lleva a la parálisis, algo tan negativo como la ilusión de infinitud de recursos.

Figura 3.2.5. La colonización moderna, en regiones remotas como, no difiere demasiado en sus métodos de la que realizaban nuestros antepasados neolíticos. Tras quemar los bosques e introducir el ganado, se han usado los troncos para ir delimitando pastizales. A los colonos la madera les ha resultado un recurso ilimitado, incluso molesto; pero en

poco tiempo, de continuar el proceso unas pocas décadas, hasta la leña se volverá un bien preciado en un entorno deforestado, como ya de hecho ocurre en otras zonas del sur de Chile (Villa Santa Lucía, Chile).

En los montes a veces se argumenta que no se debe actuar hasta conocer todas las repercusiones, lo que es incongruente con el carácter caótico de los ecosistemas. En muchos casos, las consecuencias de la inactividad son peores que las de actuar, pero la difícil atribución de responsabilidad por no actuar propicia que ante la duda se escoja esta opción. Esto es especialmente cierto en la Administración, en la que la inactividad, incluso extrema, raramente está penalizada. Al carácter más bien pasivo de la administración forestal han colaborado sin duda la propaganda mediática de los grupos ecologistas y algunos procesos judiciales; la inactividad, por nociva que sea, genera imágenes menos impactantes y es menos probable que ocupe un lugar central en los noticiarios. La no actuación debería ser considerada como una opción más y decidir sólo en función de la capacidad para alcanzar los objetivos previstos, y no de una postura apriorística previa o solo en función de la comodidad o del miedo a las consecuencias de las decisiones.

En los siguientes apartados se van a desarrollar algunas directrices para la aplicación del principio de precaución en la gestión de los montes.

3.2.3.1. **Eliminación del uso descontrolado del fuego**

En las comarcas o macizos forestales donde la acción del fuego sea recurrente, se debe dar prioridad al control de incendios, ya que si estos inciden de forma reiterada, la gestión forestal se reduce necesariamente a esquemas muy básicos: la eficiencia solo se logra con planteamientos a largo plazo, pero si las expectativas son de que el monte se va a quemar más pronto que tarde, nadie está dispuesto a asumir los riesgos y en consecuencia se dará preferencia a modelos selvícolas simplistas, que permitan un rápido retorno de las inversiones o en general que transformen el recurso en dinero antes de que se convierta en cenizas. El proceso se retroalimenta: los reiterados incendios favorecen la vegetación pirófita y esta a su vez nuevos incendios. Incluso en el caso de que se dé un cierto progreso forestal, este suele estar basado, en zonas con elevada incidencia del fuego, en plantaciones tratadas a turno corto, precisamente para eludir en lo posible el riesgo de que el incendio malogre la inversión; pero estos bosques tratados a turno corto están durante mucha parte de su ciclo en las fases de ocupación, superación y expulsión, de forma que, cuando por fin en ellos el riesgo de incendio ha logrado bajar gracias a la expulsión del matorral heliófilo, ya está próxima la corta final y por tanto el inicio de un nuevo ciclo en el que habrá un largo periodo de elevado riesgo de afección severa por fuego (figuras 3.2.6 a 3.2.8).

Según lo expuesto, y tal y como enseña la experiencia, salir del ciclo de fuego que favorece a la vegetación pirófita y esta a nuevos incendios, es difícil. Pero hay muchos ejemplos de exitosas transformaciones, que han llegado a través de la implantación de una cultura forestal que permita a las poblaciones locales valorar las potencialidades del monte. Hace más de un siglo, los incendios eran frecuentes, y algunos adquirían grandes dimensiones, en el paradigma actual de zona sin incendios: la Tierra de Pinares de Burgos y Soria (ver Breñosa, 1869); el cambio vino dado con el reconocimiento por parte de los pueblos serranos de la riqueza que suponía la corta de madera, y del gran perjuicio que conllevaba el uso indiscriminado del fuego (Figura 3.2.9). Más recientemente, también hay historias de éxito, como lo ocurrido en la vertiente sur de la Cordillera Cantábrica, sobre todo en el noreste de León y norte de Palencia, donde los frecuentes incendios que hace dos décadas se iniciaban para obtener o mantener pastos, apenas suceden ahora (Figura 3.2.10).

La lógica y las experiencias indican que las actuaciones fundamentales para lograr el control de los incendios, en zonas con una problemática de origen del fuego con fines ganaderos, como es el caso del Valle de Mena, pasan por las siguientes actuaciones:

- Organización de los aprovechamientos pascícolas. Esta es la clave de la prevención. Las situaciones de incendios reiterados de motivación ganadera siempre tienen su origen en el descontrol, con diferentes manifestaciones. La situación ideal es la de ganaderos ligados a un territorio en el que realizan actuaciones de mejora, cuyo coste integran en las cuentas de unas explotaciones rentables. Pero, desgraciadamente, la situación dista enormemente de la deseable, por distintos motivos:
  - Ganaderos poco profesionales que no se preocupan de la calidad de sus explotaciones.
  - Cortoplacismo. Tanto en la política, como en la Administración, en las asociaciones agrarias y en los propios ganaderos, se impone lo que se considera urgente sobre lo

importante. Los problemas son muchos, en todos los ámbitos, y raramente nadie se implica en buscar soluciones a medio y largo plazo.

- Egoísmo. Una manifestación extrema de las actitudes egoístas es la quema de lo que interesa sin importar que alguien tiene que poner en riesgo su vida para apagarlo.
- Hipocresía. Es muy fácil culpar a mafias o a intereses urbanísticos, pero incómodo acusar al vecino que es el que ha quemado el monte.
- Subvenciones no ligadas al cumplimiento del conjunto de la normativa.
- Falta de inspección o de mecanismos de coordinación entre administraciones.
- Los aprovechamientos comunales constituyen con frecuencia un paraguas bajo el que se escudan muchos ganaderos que incumplen las normas: la responsabilidad se diluye en el conjunto.

La administración forestal siempre ha procurado tener control de los aprovechamientos pascícolas, estableciendo para ello la necesidad de una licencia administrativa para efectuarlos en los montes catalogados. También se ha seguido la estrategia de intentar que cada ganadero aproveche una zona concreta para que se responsabilice de su mantenimiento.

- Acotamiento al ganado de las zonas quemadas, para que desaparezca el motivo original que ha dado lugar a la cultura del fuego. La Ley de Montes de Castilla y León, en su artículo 92.1, prevé el acotamiento automático por un plazo de 5 años, con la posibilidad de levantarlo si las circunstancias lo aconsejan. A diferencia de lo que ocurre en muchas zonas de España, en el Valle de Mena el acotamiento no solo está en la ley, sino que los agentes medioambientales se encargan con notable eficacia del cumplimiento de la normativa, lo que ha llevado a múltiples denuncias por pastoreo en terrenos forestales quemados y a que los ganaderos asuman como perjudicial para sus intereses el uso descontrolado del fuego, lo que ha tenido una indudable repercusión en la bajada de la frecuencia de incendios en los años recientes (figuras 3.2.11 a 3.2.13).
- Pérdida de las subvenciones ligadas a la superficie pastable. Este es un estímulo negativo complementario al de los acotamientos frente al pastoreo, y directamente consecuencia de ellos: si un terreno queda acotado, es lógico que se detraiga de las superficies computables como pastos. La pérdida de subvenciones es también muy efectiva, y tiene la ventaja de que no exige un enfrentamiento tan directo como el que se da cuando un agente de la autoridad denuncia ganado ubicado en un terreno quemado.
- Desbroces y otras mejoras ganaderas. Serían estímulos positivos que, asociados a los acotamientos, son muy efectivos, ya que los ganaderos consiguen sus objetivos sin tener que infringir la ley, lo que reduce mucho el número de ellos que siguen justificando o usando el fuego incontrolado. Además, los desbroces tienen algunas ventajas muy evidentes para el ganadero; una es que cuando se quema matorral de cierta talla es habitual que quede una maraña de troncos ennegrecidos que molesta al ganado y al tránsito de los seres humanos; otra es que con los desbroces no hay erosión, que sí se da con el fuego; como inconveniente, las cenizas son un magnífico abono que a corto plazo da lugar a un pasto muy nutritivo y apetecido por el ganado. Si los desbroces se acompañan de abonados y, en caso de ser necesarios, encalados, este último inconveniente no existe. De hecho, en el Valle de Mena, y en todas las zonas limítrofes, hay múltiples ejemplos de cómo transformar un improductivo matorral en un magnífico pastizal con desbroces, abonados y un adecuado manejo del ganado, que se logra mediante cierres (Figura 3.2.14).
- Las quemas prescritas pueden ser parte de la solución en algunas zonas, sobre todo donde las pendientes medias son muy elevadas, de forma que los desbroces son impracticables o más bien en exceso costosos. En el caso del Valle de Mena, y del norte de Burgos en general, no parece que las quemas prescritas sean necesarias, dado que las zonas en las que son fáciles de ejecutar los desbroces, y las mejoras ganaderas en general, son suficientemente amplias como para no recurrir a las quemas. Concentrar el ganado en las mejores zonas supone liberar para los procesos sucesionales amplias extensiones, que ahora solo son objeto de un pastoreo ocasional pero a pesar de ello se mantienen como pastizales embastecidos y no se las deja progresar. En la actualidad, todavía los ganaderos del extremo norte de Burgos no tienen asumido que no se puede usar el fuego descontroladamente, seguramente por el mal ejemplo de lo que ocurre en la vecina Cantabria; y, en esas circunstancias, el uso del fuego por parte de la administración forestal corre el riesgo de ser malinterpretado. Por otra parte, el coste de los desbroces, en torno a 200 euros/ha, es suficientemente competitivo respecto al de las quemas prescritas, que

exigen la movilización de medios de extinción para evitar el peligro de que el fuego se extienda a donde no está previsto. En todo caso, tampoco parece que con carácter general para los montes cantábricos sean las quemas controladas una solución a largo plazo: si el problema es la excesiva pendiente para desbrozar, la quema corre un elevado riesgo de generar erosión; quizá solo tendrían sentido en terrenos muy querenciosos para el ganado y de pendiente suave, pero con limitaciones que impidan los desbroces (por ejemplo, por la predregosidad superficial). Si la zona quemada se pastorea intensamente, corre el peligro de erosionarse; si no se hace, es habitual que las matas pirófitas rebroten con gran fuerza y conviertan rápidamente el monte en intransitable. Las quemas controladas se aplicaron en Mena, por la administración forestal, durante buena parte de la segunda mitad del siglo XX y también en la primera década del XXI. Se han efectuado exclusivamente en los montes Ordunte, al principio con el apoyo, poco organizado, de ganaderos locales y carranzanos, y posteriormente, de forma mucho más profesionalizada (y cara), con los equipos de prevención integral de incendios forestales (EPRIF), dependientes del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente del Gobierno de España. El último periodo de aplicación fue el más activo en número de quemas, hasta que en el año 2010 se llegó a la conclusión de que no eran una buena alternativa.

Figura 3.2.6. Foto 46891. Joven repoblación de *Pinus radiata*, con abundante tojo en el sotobosque. Estas plantaciones están sometidas a un elevado riesgo de incendios durante la mayor parte de su ciclo productivo, al menos cuando se cortan a las edades que preconizan los modelos selvícolas más difundidos (Gijano, Valle de Mena).

Figura 3.2.7. Pinar de unos 60 años de edad. La densidad de pinos es muy reducida tras tres claras, y se ha instalado un subpiso de frondosas, en su mayoría caducifolias (fresnos, avellanos, robles –*Q. robur*-, sauces), aunque también con algunas encinas. El conjunto forma una estructura poco susceptible a incendios; lógicamente salvo condiciones extremas de viento y sequía. El problema con la selvicultura tradicional aquí aplicada es que cuando por fin se logran estas estructuras menos combustibles, o antes, se reinicia el proceso y se elimina en un momento la mejora conseguida durante décadas (Nava de Ordunte, Valle de Mena).

Figura 3.2.8. Subpiso de madroños bajo el robledal, en el que va instalándose la regeneración anticipada de haya. Aunque el madroño no facilita tanto la acción del fuego como brezos o tojos, el cambio acaecido aquí también ha supuesto una profunda transformación en la susceptibilidad a incendios, que es elevada en robledales con denso subpiso de madroños pero muy baja si este se cambia por hayas. En los robledales no está previsto que haya una corta a hecho y por tanto un reinicio de las fases. Mientras que el principal evento renovador sean claras suaves y frecuentes, ni los madroños ni ninguna mata o arbusto, salvo que sea tolerante, tiene opciones de introducirse o volverse a instalar. Solo el acaecimiento de un evento intenso, como un derribo en masa, permitiría la vuelta de vegetación fácilmente combustible (Hornes, Valle de Mena).

Figura 3.2.9. Pinar de silvestre compuesto por pies de dos generaciones: viejos pinos supervivientes a los incendios que hace más de un siglo asolaban estos montes y que muestran grandes cicatrices de fuego, y una generación coetánea surgida tras incendio, que ahora domina el rodal. A pesar del tiempo transcurrido, el monte todavía guarda indicios de un pasado muy diferente. El cambio desde los usos tradicionales previos hasta la implantación de una selvicultura más o menos desarrollada siempre está lleno de problemas y vaivenes en el proceso, y este caso no ha sido una excepción; pero se ha logrado que la población local esté muy implicada en la evitación de incendios, algo absolutamente decisivo para erradicarlos (Regumiel de la Sierra, Burgos).

Figura 3.2.10. Los reiterados incendios, de origen ganadero, habían provocado el dominio de los brezales y la reclusión de los bosques en enclaves de vaguada y umbría. A partir de la drástica disminución del uso del fuego, producto de la política de desbroces acometida a finales del siglo XX, los árboles se han ido extendiendo, colonizando los matorrales pirófitos. Por el diferente color se observa cómo en los rodales boscosos dominaba el haya (se ven rojizas) pero cómo la colonización la están realizando sobre todo abedules (de color más amarillo); algo previsible en función de la mayor capacidad colonizadora de estos últimos. En la medida en que se mantenga la exclusión del fuego, el cambio ecológico será drástico, en una aplicación (en negativo) de la paradoja dinámica multiescalar, según la que para conservar hay que cambiar (en este caso, la ausencia de cambios a escalas de detalle –la no renovación- implica transformación a niveles superiores) (Portilla de la Reina, León).

Figura 3.2.11. Una estampa típica cantábrica: vacas pastando en una zona quemada, ganada al bosque. El acotamiento de los terrenos quemados es un mandato legal en Castilla y León (Ley 3/2009) y en otras comunidades autónomas, y la Ley de Montes nacional (Ley 43/3003) prohíbe tras el incendio toda actividad incompatible con la regeneración de la cubierta vegetal, pero con frecuencia no se aplica. En la vertiente norte de la Cordillera Cantábrica, el clima es tan productivo que el terreno se cubre de verde con rapidez y los insidiosos efectos del fuego pasan desapercibidos para la población en general, lo que sin duda tiene mucho que ver con la persistencia del problema, que no se identifica socialmente como tal, o al menos no con la claridad que sería necesaria (Saja, Cantabria).

Figura 3.2.12. Los ganaderos han cerrado la zona quemada para evitar denuncias por pastoreo en terrenos que se acotan de forma automática si se ven afectados por incendios forestales. Es la mejor prueba de que aquí sí se aplica la ley (Nava de Ordunte, Valle de Mena).

Figura 3.2.13. Terreno quemado en agosto de 2012, que no se cerró. Inevitablemente, en una zona de extensos pastaderos como esta, tanto el ganado vacuno como el equino ha entrado en numerosas ocasiones, y fue objeto de varias denuncias. La fotografía se tomó en abril de 2015 y, como se puede comprobar, donde el fuego quemó más intensamente la recuperación vegetal es casi inexistente, lo que ha dado lugar a que progrese la erosión hídrica (se observan pequeños regueros) y eólica (el suelo es muy suelto y se seca en superficie con facilidad). Cuando se conjugan las circunstancias de afección de fuego alta y presencia de fitófagos la vegetación se recupera muy lentamente, incluso en lugares de abundante humedad y elevadas precipitaciones (Quintanilla del Rebollar, Burgos).

Figura 3.2.14. En la imagen superior, desbroce efectuado recientemente; se observa la abundancia de restos, que muestra que antes de la actuación el terreno era un tojal. Para lograr transformar lo que era un matorral en un pastizal es preciso repetir el desbroce y pastorear con cierta intensidad. Preferiblemente, se debe añadir abono, algo que se ha hecho en este caso. En la imagen inferior, tomada año y medio después de la primera, se observa lo exitoso del proceso, de momento sin que se haya efectuado más que un desbroce; el abonado con gallinaza parece haber resultado efectivo. El hecho de que en este lugar el terreno tenga escasa pendiente es muy favorable, ya que el ganado prefiere permanecer en áreas de pendiente suave (monte La Sobrada, Valle de Mena).

3.2.3.2. **Evitar daños al suelo**

El suelo es, junto con la diversidad genética, un capital que es básico proteger por su importancia como soporte vital y porque su tasa de reposición es lenta. La erosión constituye una de las principales y más extendidas formas de degradación edáfica, y es la que más se va a tratar en este apartado. Otras formas, como la deposición de contaminantes, tienen también efectos de largo alcance. En todo caso, aquí se tratarán sobre todo las más directamente relacionadas con la actividad forestal.

Mientras el suelo sea relativamente profundo tiene una considerable capacidad de recuperación: la edafogénesis progresa más rápidamente cuando puede desarrollarse una vegetación de cierta entidad y velocidad de crecimiento. Pero, llegados a cierto punto, la reversión de los procesos erosivos es muy difícil: cuando el agua corre con velocidad sobre el sustrato mineral desnudo, la instalación de cualquier tipo de vegetación, o la retención de una mínima cantidad de suelo, son empresas arduas.

En el pasado, los forestales, una de cuyas principales misiones desde su origen es la protección de los suelos, no han sido suficientemente previsores para evitar la erosión que pueden desencadenar sus actuaciones. Incluso, en ocasiones, han acometido trabajos que atentaban directamente contra ese capital natural esencial que es el suelo (ver figuras –repoblación de Burceña y de parcelas de hayas en Nava).

Las actuaciones de los profesionales forestales que con más frecuencia generan erosión, o daños edáficos en general, son las repoblaciones, los aprovechamientos de madera y la construcción de viales o de sus formas de evacuación de agua.

Afortunadamente, con la generalización del uso de la retroaraña, se han superado los agresivos sistemas de preparación del terreno que se empleaban anteriormente, basados en el uso del bulldozer (Figura 3.2.15). Estos a su vez vinieron a sustituir métodos mucho más respetuosos, sobre todo la preparación manual de hoyos. El uso de una máquina diseñada para trabajar en pendientes elevadas como es la retroaraña, en lugar de emplear la de obra civil, que era la única disponible, ha permitido repoblar de una forma parecida a la original, que la mejora (por profundidad del hoyo) y, dado que es una preparación puntual, sin riesgo de desencadenar erosión o en general de causar un daño edáfico (Figura 3.2.16). No se ha avanzado tanto en prevenir los daños en los viales forestales, donde muchas veces parece que se han trasladado las formas constructivas propias de los terrenos de pendiente suave a las laderas de las montañas, con resultados desastrosos. En las cortas, los procesos erosivos se generan habitualmente cuando son a hecho y la maquinaria transita sin cuidado alguno por toda la superficie de un rodal en pendiente (Figura 3.2.17).

Con carácter general lo mejor es que con ocasión de los trabajos forestales, y en especial con los asociados a la red viaria, se modifiquen lo menos posible las líneas de escorrentía naturales. Para ello una opción es no hacer cunetas en las pistas, y si estas son imprescindibles, procurar que evacuen con frecuencia, para evitar concentrar los flujos y minimizar la erosión. Las pistas sin cunetas son una buena alternativa especialmente en áreas montañosas, con elevada pendiente del terreno; también en bosques como hayedos y en zonas muy frecuentadas por el ganado, que deteriora rápidamente las cunetas. En cualquiera de las dos opciones, con y sin cunetas, es conveniente la instalación de badenes que corten el agua que corre por el firme de la pista (figuras 3.2.18 a 3.2.22).

Si se hace balance global acerca de la responsabilidad sobre los procesos erosivos, sin duda los trabajos de los profesionales forestales suponen una ínfima cantidad al lado de la erosión generada por los incendios o por la sobreexplotación que caracterizaba el sistema agrario tradicional. Pero, para estos profesionales, precisamente por tener la encomienda de evitar la erosión, es muy importante prevenirla en todos sus trabajos.

Además de evitar la erosión que sus actuaciones pueden generar, los forestales deben adoptar una actitud activa para prevenir cualquier proceso erosivo de relevancia. Para ello, en la situación actual del Valle de Mena, lo fundamental es el control del uso del fuego: como ha probado el análisis efectuado en el capítulo 2, si los eventos renovadores no actúan con contundencia, el productivo medio menés hace que el terreno se cubra rápidamente con plantas, y en décadas estas son de considerable talla. Por otra parte, los sistemas de regeneración del arbolado que implican cubierta continua, como los que se preconizan en este estudio, conllevan una garantía de protección del suelo. En los pastizales, la actual carga ganadera no parece que pueda generar procesos erosivos, salvo concentraciones puntuales de animales, que se deben evitar.

Figura 3.2.15. Durante varias décadas del siglo XX las terrazas fueron el método de preparación en repoblaciones forestales sobre todo tipo de terrenos. La alteración edáfica y topográfica que produjeron tiene efectos a largo plazo y todavía no bien conocidos. En la imagen se observa una repoblación de *Pinus nigra* en fase de reposición. Este proceso está sucediendo de forma muy diferente en la plataforma de la terraza que en el resto del terreno, en el que se ha producido una vigorosa extensión de *Vaccinium myrtillus* (Villaescusa del Butrón, Burgos).

Figura 3.2.16. Esta imagen ilustra cómo un cambio tecnológico (aunque también de actitud) ha permitido un gran avance en la prevención de daños edáficos causados por los métodos de preparación del terreno en repoblaciones forestales. Retroaraña trabajando en ladera que se aterrazó casi medio siglo antes de tomarse la imagen. La repoblación preexistente se quemó. A pesar del tiempo transcurrido, las terrazas permanecen muy semejantes a como fueron construidas. Lo que prueba que aquí los procesos erosivos han sido de menor cuantía. Pero no así el impacto

visual, muy duradero, y el daño al suelo en la zona de la plataforma de las terrazas. Contrastando con el agresivo método anterior, los hoyos de retroaraña, recién efectuados, apenas son perceptibles (Quintana de los Prados, Burgos).

Figura 3.2.17. Las cortas, bien diseñadas y ejecutadas, son uno de los principales instrumentos de conservación de los bosques. Pero el uso de maquinaria exige ser muy cuidadoso cuando la pendiente es elevada. En este caso, un factor que no se observa en los mapas topográficos, ha sido determinante del daño edáfico generado en un trabajo de desembosque: aunque la pendiente del lugar no es muy elevada (un 40%), la pedregosidad del lugar y el hecho de trabajar con el suelo húmedo, actuando de forma conjunta, han provocado que el arrastrador haya patinado y generado unas rodadas en línea de máxima pendiente. Aunque aquí no son de prever grandes erosiones, estos daños edáficos son inadmisibles en una operación dirigida por profesionales forestales. Una forma de prevenirlos es construyendo una densa red de pistas desde la que cablear. Otra, emplear maquinaria con un cabrestante que desenrolle un cable cuyo extremo superior se fija en un punto y cuya extensión longitudinal se sincroniza con el movimiento de las ruedas, de forma que se impide derrapar; esta tecnología está bastante extendida en Centroeuropa (Gijano, Valle de Mena).

Figura 3.2.18. Las cunetas, al concentrar la escorrentía natural, tienen un elevado potencial para generar problemas erosivos. Siempre se confía su funcionamiento al de los pasos de agua, pero estos se obturan con facilidad, sobre todo en montaña, y dejan de funcionar; de forma que concentran la escorrentía en el siguiente aguas abajo, que con el aumento de caudal es más probable que también deje de funcionar, y así sucesivamente, en un fallo que cadena potencialmente muy peligroso. El diseño típico de pistas con cunetas y pasos de agua es más seguro en llanuras. Pero en montañas parece en exceso arriesgado: incluso aunque se efectúe un correcto mantenimiento, algo por otra parte poco habitual en España, en los episodios de intensas precipitaciones es normal que el agua arrastre objetos que se convierten en obstáculos que taponan la entrada del paso de agua. En esta pista, diseñada con excesiva pendiente longitudinal, la cuneta se ha erosionado hasta encontrar la roca; afortunadamente, no se trataba de un sustrato incoherente, en cuyo caso la profundidad hubiese sido muy superior. La erosión está muy frenada hacia abajo pero menos hacia los laterales, de forma que tiende a socavar la plataforma de la pista. Además del problema generado en el vial, hay otro potencialmente peor: el caudal que circula por la cuneta, es tan elevado, que en cualquier punto romperá

la pista y saltará al monte, en el que puede desencadenar procesos erosivos importantes. Se observa una marca de pintura en una roca; indica la posición de un badén que se va a construir para cortar el flujo hídrico en ese punto, tanto por la cuneta como por el firme de la pista (Quintanilla de Sotoscueva, Burgos).

Figura 3.2.19. Ejemplo de un lugar donde se ha expresado el potencial efecto erosivo de la concentración de la escorrentía en terrenos de montaña. Se observa un desconchón en medio de una ladera, en un lugar relativamente alejado de cualquier pista. Sin embargo, el origen de esta erosión en masa hay que buscarlo 100 m más arriba: en la pista ubicada encima del deslizamiento, justo sobre el mismo, se instaló un paso de agua (cuando se construyó el vial) que ha sido el desencadenante del proceso erosivo. Toda la ladera, tanto por encima como por debajo de la pista se encuentra repoblada mediante retroaraña; a pesar de que el trabajo de preparación del terreno se ha efectuado recientemente (sobre todo en la parte alta: un año y medio antes de tomarse la imagen), apenas es perceptible y en modo alguno ha estado relacionado con el problema erosivo (Montecillo de Montija, Burgos).

Figura 3.2.20. Desde luego, la erosión en los viales forestales no es solo fruto de la modernidad: es un problema que viene de antiguo. Prueba de ello es la gran cantidad de viejos caminos tradicionales severamente erosionados que se encuentran en los montes. En el de la imagen, la erosión ha profundizado más de dos metros, a pesar de transcurrir por un terreno boscoso en el que los árboles la frenan; quizá antes el arbolado no estuviese tan extendido, como parecen indicar los restos de brezos (Bárcenas, Burgos).

Figura 3.2.21. Relieve erosivo bajo el bosque. En las actuales circunstancias no se entiende muy bien el porqué de estas pequeñas cárcavas. Su origen procede de la respuesta tradicional a la erosión de un camino: cuando, como consecuencia de su severa erosión, este se encajaba en el terreno y se volvía difícilmente transitable, se circulaba al lado, generando un nuevo camino y un nuevo problema erosivo. La sucesión de caminos secuencialmente erosionados es lo que ha generado este patrón. Lógicamente, el proceso tuvo lugar en un momento en que la ladera se encontraba deforestada (Leciñana, Valle de Mena).

Figura 3.2.22. Pista construida recientemente, en un terreno de montaña muy erosionable y con precipitaciones que se aproximan a los 3.000 mm anuales: el lugar se ubica por encima de la estación meteorológica de Alto Trueba, cuyos datos pluviométricos se muestran en el apartado 2.1.4. Las conchas erosivas, en un entorno de laderas redondeadas (que es el habitual en un clima tan húmedo y relativamente templado), dan cuenta de la fragilidad del medio: la cubierta vegetal que tapiza estos montes oculta, para el observador poco perspicaz, su gran facilidad para erosionarse. Es fundamental respetar las líneas naturales de escorrentía y por eso no se han efectuado cunetas. La idea es que en general el agua de la pista vaya escurriendo de forma difusa a la ladera. No obstante, por si falla esto, se han construido cada poca distancia badenes, que cortan el flujo hídrico en el sentido longitudinal de la pista. En los arroyos, y en muchos badenes, se ubican escolleras para prevenir la erosión del terraplén. Además, en primer plano se observa otra medida diseñada para limitar la erosión y disminuir el impacto paisajístico: la vegetación que se ha arrancado para construir la pista, se ha colocado, con sus raíces, sobre el terraplén; se trata sobre todo de tojos y algún tepe herbáceo. Este lugar en concreto tiene una flora muy rica propia de terrenos higroturbosos; por ello, evitar la concentración de la escorrentía no efectuando cunetas, además de limitar los riesgos erosivos, cumple aquí una función de conservación de la flora, ya que el respeto a las líneas naturales de escorrentía es la clave para mantener estos ecosistemas que dependen completamente de un abundante flujo de agua (Las Machorras, Burgos).

3.2.3.3. **Preferencia por la regeneración natural**

La diversidad genética es un seguro frente al incierto futuro. Una amplia base genética permite una gran variedad de respuestas frente a condiciones ambientales cambiantes. Por una parte, la regeneración natural permite alcanzar densidades elevadas que serían muy costosas mediante plantación (figuras 3.2.23 y 3.2.24). Por otra, los procesos espontáneos aseguran una íntima mezcla de genotipos. Mediante regeneración natural, en general, se asegura un buen número de progenitores que aportan variedad genética dentro de una especie. Además, como se ha visto, en el Valle de Mena, la regeneración natural, sin interferencia elevada de fitófagos, provee de una gran diversidad de especies, gracias a que la fuente de semilla de muchas de ellas está presente en las proximidades.

Mucho se ha debatido sobre los perjuicios ecológicos de las repoblaciones efectuadas con especies arbóreas exóticas. Buena parte de sus inconvenientes están más asociados a la forma en que se tratan, mediante cortas a hecho y agresivos métodos de preparación del terreno para su posterior plantación. Si estas repoblaciones se tratasen a turnos más largos y se promoviese su regeneración natural, en la que sin duda se mezclarían, y en muchos casos dominarían, elementos arbóreos indígenas, el valor ecológico de estas plantaciones aumentaría enormemente.

La preferencia por la regeneración natural, como todo en ecología, no debe ser dogmática ni maximalista: si se estima que el resultado de los procesos espontáneos de regeneración no es satisfactorio, bien por insuficiente densidad o porque ciertas especies o genotipos están poco representados, no se debe tener reparos en recurrir a la plantación. Pero esta debe ser vista como el último recurso y no como la primera opción.

Figura 3.2.23. La regeneración natural ha permitido, en un prado abandonado, el establecimiento de unos 10.000 pies de roble (*Q. robur*) por hectárea, algo muy costoso de lograr mediante plantación. Además de una amplia base genética para hacer frente a todo tipo de eventualidades, esta elevada densidad hace que los robles estén mucho mejor conformados que si se hubiesen establecido a baja densidad. Aunque pueda parecer una densidad excesiva, es la adecuada para conseguir en un futuro madera de muy elevada calidad (Gijano, Valle de Mena).

Figura 3.2.24. A pesar de que los árboles plantados se han cuidado con esmero, el porte de los robles (*Q. robur* y *Q. petraea*) no es bueno. Teóricamente, las plantaciones podrían efectuarse con una elevada densidad, diversos orígenes genéticos y buena adaptación al sitio. Pero lo cierto es que sería muy caro y hasta el momento esto no ha sido lo habitual. Por otra parte, a pesar de los cuidados culturales que aquí se han aplicado, no se podrá conseguir madera de calidad, algo que sí es posible con la densa regeneración de la imagen anterior. En todo caso, el menor número de pies

conlleva más riesgos de todo tipo (ecológicos, económicos) y menos opciones de futuro. La siembra sería una mejor opción, con resultados más próximos a la regeneración natural (Partearroyo, Valle de Mena).

3.2.3.4. **Evitar el uso de biocidas de síntesis**

Los hombres consideramos plagas y enfermedades a aquellos seres vivos con potencial para disminuir los servicios que nos prestan los ecosistemas. Se trata de organismos con elevada capacidad para incrementar su número hasta niveles que interfieren de forma acusada con las dinámicas de otros seres vivos. Pero la naturaleza tiene un amplio abanico de respuestas para controlar la expansión de unas especies en detrimento de otras: como casi todas tienen predadores, y todas tienen parásitos, el incremento de una especie favorece a los que la predan o parasitan; salvo en ecosistemas muy simplificados, en los montes es común la redundancia, es decir, muchos tipos de organismos con un funcionamiento ecológico semejante, aunque no idéntico, y esto previene que uno adquiera excesiva ventaja, por la limitación que imponen otros con parecidas habilidades pero mejor preparados en ciertos aspectos (y peor en otros); además, los recursos no son infinitos, y esto actúa muchas veces como límite para la expansión incontrolada de organismos; etc. Desde luego, los mecanismos de autorregulación no son perfectos, y las poblaciones de cualquier especie están sometidas a fluctuaciones caóticas que, cuando sobrepasan ciertos umbrales, alarman a los humanos. Pero en general es preferible que la naturaleza, a través de procesos solo en parte conocidos, devuelva las poblaciones de patógenos a niveles aceptables.

Frente al uso continuado, masivo, descontrolado y a todas luces excesivo de los biocidas en la agricultura, la gestión forestal debe dar ejemplo de que puede lograr sus producciones, y aumentarlas progresivamente, sin recurrir a estas sustancias. La posición general de los montes en las cabeceras de las cuencas hidrográficas, que surten de agua para los distintos usos humanos, incrementa la responsabilidad a este respecto. Si bien es cierto que un uso puntual, en tiempo y espacio, sería compatible con la pureza de las aguas, se prefiere evitar recurrir a los biocidas de síntesis: si no se usan con carácter general se previene caer en un ciclo de resultados fáciles e inmediatos, que fomenten incrementos subsecuentes de su consumo, y así entrar en una espiral como la que está llevando a la agricultura a límites insostenibles.

Como ya se ha expuesto en otros asuntos, conviene huir del dogmatismo, y puede haber situaciones muy concretas en las que los biocidas tengan un momento y lugar adecuados para su aplicación. Algunos ejemplos pueden ser cuando se corre riesgo de salud para los seres humanos o en los momentos iniciales de llegada de un nuevo patógeno que por sus características haga temer una extrema virulencia. Pero lo que importa es el cambio de mentalidad: los problemas biológicos se deben solucionar desde una perspectiva ecológica, integradora, y no mediante acciones drásticas parciales que en muchos casos generan a largo plazo más problemas de los que evitan. En los montes esto se traduce en que las acciones deben ir enfocadas más a las dinámicas de conjunto que a las particulares, fundamentalmente a través de aprovechamientos, y el empleo de biocidas, en especial los menos contrastados en cuanto a sus efectos, debe ser excepcional.

3.2.3.5. **Fomento de la diversidad**

Disponer de un amplio catálogo de formas de vida que crecen en un ecosistema, sobre todo si esos organismos han coevolucionado o, al menos, han convivido durante largos periodos, es el mejor seguro para mantener los servicios ecosistémicos. A este respecto se podrían enumerar muchos ejemplos. Uno es que los patógenos acostumbran a ser específicos o a afectar a táxones de un género o de una familia, por lo que el riesgo se reduce si hay especies dispares que desarrollen una función ecológica semejante (redundancia), y mejor cuanto más alejadas estén en términos filogenéticos. En general, la respuesta frente a cualquier evento difiere entre especies, lo que permite una más rápida recuperación tras la renovación.

Desde un punto de vista económico, en sistemas inciertos (caóticos), como son los montes (o los mercados financieros), siempre conviene diversificar porque nadie conoce con certeza qué es lo que más se va a valorar en un futuro. Además, y a diferencia de lo que ocurre en otros sectores, en el forestal no se puede cambiar de un año a otro en función de las volátiles expectativas, sino que las decisiones de un instante sobre la composición específica afectan a décadas o siglos; motivo añadido para no concentrar riesgos en una o unas pocas especies.

Además de la diversidad específica y genética, es importante la heterogeneidad estructural, por motivos semejantes. Por ejemplo, el riesgo de que un patógeno o un huracán acabe con un bosque es menor si en él hay árboles de todas las edades.

Aunque en biología de conservación se ha puesto infinitamente más énfasis en prevenir la extinción de especies amenazadas (a veces solo amenazadas localmente, dentro de un límite administrativo sin la menor repercusión global), la mejor forma de fomentar la diversidad, y de mantenerla a largo plazo, es implementando una gran variedad de eventos renovadores, tanto en tipo como sobre todo en magnitudes. En este sentido, las cortas, y en general los aprovechamientos, permiten un amplísimo elenco de posibilidades que sirven para generar una gran diversidad de estructuras y por tanto de nichos para distintas especies. Este es un planteamiento holístico que parece mucho más adecuado en la gestión de sistemas complejos como son los montes, lo que no impide que, en circunstancias concretas, pueda ser necesario actuar a favor de una especie o de un conjunto de especies.

3.2.4. La iniciativa en las renovaciones

3.2.4.1. **Perspectiva histórica del uso de los eventos renovadores**

Durante milenios, los seres humanos han ido configurando los ecosistemas para cubrir sus necesidades y expectativas. El hombre maneja el fuego desde hace un millón de años, pero desconocemos en qué momento empezó a usarlo con premeditación para transformar el medio. Sí está documentada esa utilización en la prehistoria de Europa occidental (Mason, 2000; Velasco *et al.*, 2002; Burel y Baudry, 2002; Gobet *et al.*, 2003); y también en aquellos lugares, como Norteamérica, donde los europeos al llegar se encontraron comunidades de cazadores-recolectores que, sin embargo, ya tenían los conocimientos que les permitían usar el fuego para generar unos montes más adecuados a sus necesidades, por ejemplo para facilitar el ejercicio de la caza (Holsinger, 1902; Anderson, 1993).

En realidad, solo con un uso rudimentario del fuego, si este es frecuente, se limita enormemente la afección de otros tipos de eventos renovadores, excepto los grandes fitófagos, que son generalmente beneficiados por los incendios y que, de hecho, son el motivo fundamental para la aplicación masiva de fuego para transformar los ecosistemas. En consecuencia, incluso desde los primeros momentos de llegada del hombre a un territorio, si este tiene la voluntad de utilizarlo y conoce el fuego, cambia radicalmente el régimen de renovaciones y puede dejar muy poco lugar para la intervención de los eventos previos a su llegada (Figura 3.2.25).

Figura 3.2.25. Cuando el hombre tiene voluntad de transformar el medio no son necesarias avanzadas tecnologías para efectuarlo con rapidez: el fuego y el ganado son sumamente eficaces para ese propósito. Los troncos de los árboles quemados, esparcidos entre los pastos, muestran lo reciente del proceso de colonización humana en este rincón del sur de Chile. La erosión, claramente visible, es un efecto indeseado pero difícilmente evitable cuando se actúa de esta forma (Coyhaique, Chile).

Por supuesto, a medida que el hombre iba mejorando sus conocimientos, se ampliaba su capacidad de transformación del medio. Hace 2.000 años, según muestran los datos paleocológicos (ver, entre muchos otros: Morales-Molino *et al.*, 2011; Rubiales *et al.*, 2012;

Blanco-González y López-Sáez, 2013), la Península Ibérica era ya un territorio que había sido intensamente transformado por la mano del hombre, que por aquel entonces ya tenía una tecnología avanzada y un medio de vida no muy diferente del que tuvo hasta la llegada de la revolución industrial del siglo XIX. Hay que tener en cuenta que, a la llegada de los romanos, ya había 5 millones de personas en la Península Ibérica (Alonso, 1995), que sin los medios tecnológicos actuales, necesitarían un gran nivel de aprovechamiento del medio para sobrevivir.

Durante el sistema agrario tradicional, el hombre ibérico mantuvo una estrecha relación con el campo, del que dependía casi completamente, ya que el nivel de intercambios con el exterior era relativamente reducido en volumen, aunque muy importante en lo que suponía de llegada de tecnología, nuevos paradigmas o ciertos recursos. Pero en general predominaba el autoabastecimiento alimentario. A lo largo de los siglos, el hombre fue depurando, mediante la técnica de ensayo y error, sus ubicuas actuaciones en los montes. No obstante, esa mejora continua no significa en absoluto que se consiguieran los fines deseados: con frecuencia, las imperiosas necesidades del momento llevaban a aprovechar los ecosistemas más allá de su capacidad de reposición y a generar severos problemas erosivos. El estado de los montes que muestran las imágenes del Vuelo Americano, y el análisis efectuado en el capítulo 2, dejan poca duda a este respecto.

El grado de control humano sobre el ecosistema llegó a ser tal durante el sistema agrario tradicional que era mínima la acción de los eventos renovadores espontáneos. La deforestación y el escaso volumen de madera acumulado en los montes prevenían eficazmente los derribos masivos. Los incendios provocados por rayo tenían muy poca incidencia en comparación con los que iniciaban los hombres, incluso menos que actualmente, ya que en los grandes macizos forestales donde ahora apenas hay incendios de origen humano y la mayor preocupación para los equipos de extinción son los rayos (básicamente los ubicados en el centro-este peninsular), la situación era muy diferente hace un siglo, con uso del fuego por parte de los pastores y grandes incendios provocados por ellos (Breñosa, 1869).

Solo con el fin del sistema agrario tradicional, con la emigración masiva a las ciudades y el gran declive de la importancia del sector primario, han podido los montes estar básicamente dirigidos por procesos espontáneos. Este es un hecho inédito en los montes ibéricos en los últimos 5 milenios.

3.2.4.2. **Gestión a la defensiva o a remolque**

Contrastando con el intenso uso del territorio durante el sistema agrario tradicional, el último medio siglo se ha caracterizado en España por un abandono generalizado del monte, lógicamente con excepciones. Tras la presión secular insostenible de que fueron objeto los montes, ha tenido lugar una drástica disminución de los aprovechamientos de todo tipo, lo que al menos durante unas décadas hay que valorar positivamente, dada la penosa situación en que se encontraban los montes a mediados del siglo XX.

Tras más de cinco décadas de recuperación forestal, la situación ha cambiado radicalmente respecto al sistema agrario tradicional, tal y como se ha mostrado en el Capítulo 2. Lo que antes eran bosques abiertos se han densificado, e incluso terrenos de pastizal son ahora densos latizales o incluso fustales. En estas circunstancias, si no se aplica una selvicultura que reduzca la densidad en muchos de los bosques del Valle de Mena, no solo se estará desperdiciando un magnífico recurso renovable como es la madera sino que además el riesgo de derribos masivos se irá extendiendo.

La gestión a remolque se muestra a la sociedad como “conservación”, pero es en realidad una gestión que se limita a evitar los impactos más evidentes y a corto plazo, pero no previene drásticos eventos que reducen los servicios ecosistemas, con la disculpa de que “son procesos naturales”. La no intervención es una opción más, con consecuencias que no son cualitativamente distintas de la actuación, y por tanto se debería valorar igual que las acciones. En muchos casos la no actuación es más la consecuencia de una incapacidad que de una decisión positiva: la conservación de los ecosistemas siempre exige una tasa de renovación, que será más elevada en los medios más productivos.

Una situación frecuente en la Península Ibérica es que las cortas se realizan sobre todo tras derribos o incendios. Es importante recuperar la iniciativa, y lograr que la principal renovación sea dirigida, es decir, planificada y ejecutada por el hombre (ver Sevilla, 2013a). Gestión a la defensiva o a remolque (de los acontecimientos) equivale a gestión improvisada. Entre otros inconvenientes, cuando se espera, por ejemplo, a que acaezca un evento no planificado para cortar, la madera se

vende más barata, el trabajo de los operarios es más penoso y peligroso, la red viaria se diseña para atender las necesidades del momento y no pensando en la organización general, etc. (figuras 3.2.26 a 3.2.29).

Figura 3.2.26. Extensas repoblaciones en la esquina sureste de España, un poco en la frontera con áreas desérticas. En estas masas todavía no ha arraigado la selvicultura autofinanciada, a pesar de que no existe para ello ningún impedimento económico, sino más bien de inercia, ideológico y mediático. La pasividad actual contrasta con la actitud de los forestales de mediados del siglo pasado, que acometieron con decisión (y apoyo político) un programa de restauración hidrológico-forestal con el exitoso y espectacular resultado que hoy podemos apreciar (Fiñana, Almería).

Figura 3.2.27. Rodal dominado por *Pinus radiata*, excesivamente denso. La altura dominante del rodal supera los 30 metros, con pies de más de 33 metros de alto. Se ven algunos pies que van combándose, debido a que la elevada competencia limita mucho el desarrollo en diámetro, pero no, o mucho menos, en altura. A pesar de que los pinos tienen más de medio siglo de edad, solo se ha efectuado en ellos una clara, lo que los convierte en muy proclives a derribos.

Desgraciadamente, esta situación de repoblaciones, y bosques en general, con un evidente déficit de selvicultura, está sumamente extendida en España (Vallejo, Valle de Mena).

Figura 3.2.28. Tras décadas de crecimiento sin cortas, en un medio muy productivo, se van produciendo derribos en el robledal, que afectan por el momento a pequeños rodales. Tras los derribos, si es necesario se abren pistas y se aprovecha la madera: es la selvicultura sin iniciativa, siempre a remolque de los acontecimientos (Gijano, Valle de Mena).

Figura 3.2.29. Tras haberse quemado el bosque, se han hecho, ensanchado o repasado multitud de pistas, para aprovechar la madera. Si el bosque tuviera ya su red de pistas adecuada a un aprovechamiento regular en el tiempo y sostenible, no sería preciso hacerlas o mejorarlas cuando más impacta, y no sólo visualmente, sino que es mucho más

fácil que se erosionen y que a su vez desencadenen procesos erosivos fuera de la propia red viaria cuando el terreno está recién quemado (Poyatos, Cuenca).

En la Península Ibérica los incendios son el mejor exponente de lo perniciosa que es la gestión a la defensiva. La extinción de incendios, en todas las comunidades españolas y en Portugal, absorbe una parte cada vez más sustancial del dinero público destinado a las actuaciones forestales. Tras este desmesurado aumento de la proporción de los presupuestos destinados a extinción en relación con el total de las inversiones públicas forestales está sin duda la gran repercusión mediática de estos eventos. En una cultura de la información rápida, superficial y "fácil de digerir", los análisis profundos es poco probable que trasciendan a la opinión pública. Y los políticos cada vez están más presionados por ella y tienden a ser más cortoplacistas. Exactamente lo contrario de lo que exige una gestión forestal mínimamente profesional y de futuro.

Centrarse en la extinción en lugar de en la gestión forestal "ordinaria" tiene un efecto sumamente pernicioso. Por una parte, ser muy eficaces extinguiendo incendios, si no se mejora la estructura del combustible y no se atajan las causas de estos eventos, solo conduce a que cada vez haya más conatos, menos incendios pequeños y medianos, y más grandes incendios. Por otra parte, el dinero público destinado a gestión forestal en España es muy limitado; y factores estructurales de tanto calado como la evolución demográfica indican que, en un futuro, lo será todavía más. Inevitablemente, lo que se destina a extinción se va a dejar de utilizar en otros ámbitos, y el resto del sector forestal es el primer candidato a reducir sus presupuestos; hasta que estos sean tan exiguos que ya haya muy poco margen de reducción, situación a la que se ha llegado en estos últimos años. Desgraciadamente, esta problemática no afecta solo a la Península Ibérica, sino a todos los países desarrollados con un clima mínimamente propicio para los incendios forestales (ver, por ejemplo, para Estados Unidos: U.S. Forest Service, 2015).

En relación con la problemática expuesta sobre los incendios forestales, cada euro gastado en tener una adecuada red viaria forestal resulta mucho más rentable en la contención de los daños por incendios que los gastos directos de extinción. Pero además con una importante diferencia: las pistas no solo sirven para limitar daños una vez producidos los incendios y para que el personal de extinción trabaje con más seguridad, sino que también posibilitan lo que debería ser la base de de la prevención de incendios, que es una gestión forestal bien diseñada y realista.

Es necesario acabar con la gestión a la defensiva, y la ecología nos proporciona las herramientas. La gestión a la defensiva tiene mucho que ver con la teoría ecológica general: si las renovaciones son "perturbaciones" son por definición imprevisibles y por tanto sus efectos se toman como un mal inevitable.

Es muy diferente ir a remolque que decidir no actuar y asumir las consecuencias. Si existe consenso social, tanto a nivel local como general, acerca de dejar ciertas áreas sin intervenir, es algo positivo desde el punto de vista científico. Pero esta no debe ser la base de la conservación: en nuestro superpoblado mundo actual sería bastante incongruente renunciar a un recurso natural renovable, que además al utilizarlo nos permite dirigir al ecosistema hacia donde cumpla mejor los objetivos demandados. Y, desde luego, la peor opción y sin embargo la más extendida, es que no se aprovechan los montes no como una decisión estratégica, sino por simple inoperancia.

3.2.4.3. **Diseño del régimen de renovaciones**

El diseño de los ecosistemas futuros debe prever cómo se va a llegar a ellos y cómo se van a renovar. Para lograrlo, es necesaria la planificación a múltiples escalas espaciales y temporales, que debe englobar aspectos socioeconómicos y no sólo ecológicos. Y abarcar al medio rural en general y no solo al forestal, lo cual es un problema porque lo común es la separación de competencias administrativas e incluso la existencia de problemas derivados del corporativismo y diferente concepción entre forestales, agrónomos, biólogos, paisajistas y otras profesiones relacionadas.

Los eventos renovadores interactúan con el medio geoclimático para conformar los ecosistemas. Un cambiante mosaico de estructuras, producto de renovaciones de todo tipo y magnitud, se debe implementar en medios contrastados para maximizar la diversidad. Para que este mosaico tenga las características adecuadas al cumplimiento de los fines establecidos, es necesario que un variado elenco de renovaciones (por tipo, frecuencia, intensidad y afección) tenga su representación en los distintos medios geoclimáticos. De esta forma se maximiza la diversidad y se minimizan riesgos.

La gestión forestal consiste básicamente en la aplicación controlada de eventos renovadores. Además de los tipos de renovaciones, estas se deben diseñar en grado de afección a la vegetación, intensidad y frecuencia.

Las renovaciones principales, en los montes ibéricos, son:

- Cortas
- Desbroces y gradeos
- Ganado y fitófagos silvestres
- Quemas controladas
- Eventos no implementados: derribos, incendios

Respecto a la diferencia entre eventos diseñados e implementados por el hombre y los que no lo están, la distinción no es tan nítida como pudiese parecer. Esto es así especialmente con la acción de los fitófagos silvestres. Los grandes fitófagos silvestres que más efecto tienen en la Península Ibérica son ungulados que se pueden cazar (ciervo, corzo, jabalí, gamo, cabra montés, rebeco, muflón), y también es especie cinegética el conejo, que aunque es de mediano tamaño tiene una influencia relevante en la vegetación de las zonas secas. Sin embargo, a pesar de que teóricamente mediante la caza o el control poblacional el efecto de los grandes (y medianos) fitófagos debería estar convenientemente planificado e implementado, el hecho es que una serie de factores hacen que con frecuencia esto no ocurra, y se presenten severos daños en la vegetación; incluso ausencia de regeneración arbórea, que llevaría a largo plazo a la desaparición de los bosques más afectados. Entre esos factores está el hecho de que los cazadores prefieren una alta densidad de estos animales para que el ejercicio de la caza sea más divertido; también que a veces hay predilección por la caza de algunas especies obviando la de otras; la dificultad de la caza en algunos medios que se han cerrado en las décadas recientes; la falta de accesos; la visión social contraria al ejercicio de la caza, sobre todo en las ciudades; la creación de espacios protegidos en los que se prohíbe la caza para evitar molestias a los visitantes, dejando en un segundo plano la función ecológica reguladora; etc. En cada lugar pueden intervenir una o varias de las causas mencionadas, y otras más, y el resultado es que hay una tendencia generalizada en toda Europa occidental a que las poblaciones de ungulados silvestres no estén adecuadamente controladas e impliquen severos daños en la vegetación, que en cada lugar se intentan limitar como pueden. Indudablemente, detrás de esta tendencia están: la casi completa desaparición de los grandes predadores, que raramente alcanzan densidades suficientes para frenar la expansión de los ungulados; la población cada vez más urbana y alejada del contacto con la naturaleza que no entiende la necesidad de regular las poblaciones de esos encantadores animales; y la expansión de montes y bosques que ha generado muchos más hábitats adecuados para los ungulados forestales.

Los aprovechamientos son el instrumento básico para la implementación del régimen de renovaciones diseñado. La humanidad necesita para su supervivencia una explotación racional del medio. Sería absurdo, ineficiente y un desperdicio de oportunidades, no intentar compaginar la necesidad ecológica de renovar los ecosistemas con la demanda de recursos materiales e inmateriales (paisaje, entorno en general). Por su efecto sobre el régimen de renovaciones, los principales aprovechamientos forestales son los ganaderos, cinegéticos y las cortas.

Hay que asumir que, aunque el hombre lleve la iniciativa en las renovaciones, mediante una adecuada planificación e implementación sobre el terreno, siempre va a existir un margen para eventos imprevistos. La forma de disminuir este margen es imponiendo tasas de renovación muy elevadas, como por ejemplo según ocurría durante el sistema agrario tradicional; pero, en las actuales circunstancias, se considera preferible dejar un mayor nivel de espontaneidad, porque lo contrario implica una pérdida de servicios ecosistémicos que prestan los montes menos renovados (figuras 3.2.30 a 3.2.33).

Figura 3.2.30. Bosque añejo (*old-growth*) dominado por *Thuja*, *Tsuga* y *Pseudotsuga*, en Norteamérica. Los derribos y la muerte de pies individuales (por elevada concurrencia, plagas, enfermedades y otras causas) son los eventos típicos de este tipo de bosques. Pero como muestra el gran árbol derribado, el fuego también ha estado presente en este rodal. Los eventos intensos son parte de la naturaleza y solo en condiciones muy concretas, como las que se dan en este húmedo y relativamente resguardado (por su posición topográfica) paraje, conducen a la idea que habitualmente se tiene de un bosque añejo (magnificentes árboles, abúndate madera muerta, gruesos troncos en diferentes estados de descomposición, etc.), pues en la mayor parte de los montes no intervenidos el resultado es bien distinto. Por ejemplo, los más remotos bosques boreales no responden al patrón típico de bosques añejos. Y no solo por el duro medio geoclimático, que impide a los árboles alcanzar grandes tallas, sino sobre todo porque en su ciclo natural el fuego es el evento renovador más determinante, y actúa con una recurrencia que impide el progreso sucesional durante varias centurias, necesarias para alcanzar bosques como los de esta imagen (MacMillan Provincial Park, Canadá).

Figura 3.2.31. Si bien es cierto que son pocos los ecosistemas boreales poco influidos por el hombre que escapan a la acción del fuego, no se debe pensar que este hecho redunda necesariamente en la generación de bosques con los atributos característicos de los añejos: la falta de renovación, en posiciones topográficas que no favorezcan la escorrentía, conduce más bien al estancamiento y a la casi nula productividad en términos de acumulación de biomasa en árboles. Rodal dominado por *Picea mariana*. La avanzada edad de los pies, indicativa del tiempo transcurrido sin

renovaciones de importancia, queda patente por sus minúsculos entrenudos: los árboles de un siglo no alcanzan los dos metros de altura; los de más talla tienen varios siglos de edad (James Dalton Highway, a casi 66 ºN, Estados Unidos).

Figura 3.2.32. La renovación por fuego del rodal de *Picea mariana* que aquí existía ha dado paso a un ecosistema mucho más productivo, dominado por *Betula papyrifera*, que en breve superará en talla al precedente. En este caso un solo evento renovador ha cambiado de forma drástica la dinámica forestal; con el tiempo, los procesos que condujeron al dominio de las píceas se repetirán, salvo que intervenga el fuego en periodos suficientemente cortos. Cualquier generalización acerca de los efectos de la progresión sucesional y de los eventos renovadores debe ser compatible con la admisión de muchos contraejemplos, que deben servir para huir de los estereotipos y centrarse en la dinámica concreta de cada ecosistema (James Dalton Highway, a casi 66 ºN, Estados Unidos).

Figura 3.2.33. Aquí se observan los restos maltrechos de lo que era un magnífico robledal, arruinado por *Armillaria mellea*. El bosque es ahora tan claro que se ha decidido repoblar, con la intención de recuperar el terreno de bosque y de acelerar la expulsión del matorral heliófilo para disminuir el periodo de elevado riesgo por incendio forestal. Aunque aquí no se aplicó medida preventiva alguna, hay que asumir que incluso su aplicación bien diseñada y organizada solo

disminuye los riesgos de eventos más destructivos, pero no los elimina. Es un tipo de incertidumbre inherente a los montes (Ribota, Valle de Mena).

Para acotar en lo posible la acción de los eventos imprevistos, se hace preciso conocer la predisposición a renovarse y los potenciales agentes renovadores. Para ello hay que analizar la serie histórica de esos eventos; pero no realizar una proyección lineal de los mismos, sino en función de la susceptibilidad actual del ecosistema y de las nuevas circunstancias socioeconómicas y ecológicas. No obstante, por mucho que se avance en este sentido, la incertidumbre es inevitable y por tanto la planificación tiene que asumirla y "aliarse" con ella.

En cada zona, es necesario conocer lo mejor posible el régimen de renovaciones y actuar en consecuencia. En las últimas décadas ha existido un cierto progreso en la ciencia forestal y ecológica en el sentido de integrar el régimen de renovaciones dentro del funcionamiento normal del ecosistema. Los avances se han producido sobre todo de la mano de prevención de riesgos; por ejemplo en bosques de alta montaña, para prevenir aludes, o en bosques costeros sujetos a huracanes recurrentes (Stanturf *et al.*, 2007) (Figura 3.2.34).

Figura 3.2.34. En Suiza existe una selvicultura que ha fijado la disminución del riesgo de aludes como una de sus prioridades. Se asume que, al menos en muchas situaciones topográficas, para que un monte preste el máximo servicio de defensa frente a aludes debe ser llevado hacia una estructura arbolada irregular; lo que casi siempre implica la necesidad de cortar, pues la naturaleza raramente conduce de forma espontánea a esa estructura. Esto supone una importante evolución en la ciencia ecológica: no solo integrar con normalidad los eventos renovadores sino intentar su control, asumiendo que este no puede ser completo. En la imagen se ve la corta de regeneración de un pequeño bosquete, en la que han dejado los tocones de las píceas muy altos para ayudar a sujetar el manto níveo (monte Rigi, Suiza).

Es necesario analizar, asumiendo como siempre un cierto grado de incertidumbre, las consecuencias de la acción de eventos imprevistos, improbables, pero cuyo acaecimiento se estime como posible y cuyos efectos sean trascendentales. En el ámbito ibérico, los eventos no diseñados serán sobre todo incendios, pero cada vez van a adquirir mayor importancia los derribos (mayor acumulación de existencias) y las plagas y enfermedades (menor tasa de renovación, mayor longevidad individual, facilidad para intercambio de patógenos a larga distancia, más eventos climáticos extremos, etc.). Se debe tener previsto qué hacer en caso de que incendios u otros de estos eventos imprevistos desbaraten las previsiones iniciales; no de una forma precisa, imposible de establecer a priori, sino como unas directrices generales, unas líneas de actuación para reaccionar ante las nuevas circunstancias (Figura 3.2.35).

Figura 3.2.35. Extensos pinares de *P. pinaster*, con una considerable red de pistas y cortafuegos. Se trata de montes ordenados en los que se han ejecutado aprovechamientos maderables y se prevén para el futuro. Pero el tipo de ecosistema, que es muy combustible y lo será siempre, sobre todo porque *Pinus pinaster* no es capaz de dominar el matorral pirófito (salvo con densidades muy altas), el clima con sequías estivales marcadas y tormentas secas, y el extendido uso del fuego en el entorno, auguran que cíclicamente acaecerán grandes incendios. Ante esta casi-certeza, se debe tener previsto cómo reaccionar tras las inevitables "catástrofes": si seguir haciendo claras o cortas de regeneración; si introducir especies aprovechando el efecto del fuego; si cambiar el diseño de cortafuegos; etc. Desgraciadamente, la mayor parte del volumen de madera cortado en estos montes lo es tras incendio, y no como iniciativa para dirigir los procesos de renovación. En la imagen se observan dos clases de edad muy marcadas, definidas no por cortas sino por el incendio de septiembre de 1998, que renovó toda la parte alta; con posterioridad a la toma de esta imagen, en agosto de 2012 un incendio todavía mayor causó la renovación de unas 10.000 ha de los pinares de este macizo forestal (Tabuyo del Monte, León).

Finalmente, es necesario hacer una precisión respecto a la que parece irresistible tendencia del hombre a fijar objetivos que considera "ideales": existe una línea de pensamiento que preconiza que la gestión forestal debe pretender imitar el régimen natural de renovaciones (ver, a este respecto, entre otros: Attiwill, 1994; Seymour y Hunter, 1999; Sjöberg, 2001; Suffling y Perera, 2004; Geldenhuys, 2010). Aunque es, desde luego, una concepción mucho más elaborada que la de la clímax, en el fondo el sustrato filosófico es el mismo, y el fallo de concepto también: no se trata de imitar un régimen natural que es desconocido y en todo caso siempre fue variable, tanto en tiempo como en espacio, sino de diseñar un régimen adecuado a la consecución de los objetivos fijados. Ni siquiera sería correcto aunque estos objetivos fuesen puramente conservacionistas: lógicamente, los regímenes naturales ni tienden a maximizar la diversidad ni a prevenir la extinción de especies, ni en general ninguno de los fines que habitualmente persiguen las políticas de conservación; al menos de los fines concretos y no de los más abstractos y basados en prejuicios. Pensar lo contrario solo es producto de una visión teleológica aplicada a la naturaleza. Además, intentar aplicar regímenes naturales de renovaciones en un medio tan transformado como es el de Europa occidental, no solo es absurdo en sus motivos, sino imposible: por ejemplo, ¿cómo lograr reproducir el patrón de incendios sin humanos cuando estos han roto la continuidad forestal y en general han cambiado radicalmente las estructuras y la composición específica? Precisamente, buena parte de la gestión debe basarse en prevenir riesgos de pérdida de servicios ecosistémicos; servicios que se ven afectados especialmente con ocasión de los eventos de tipo catastrófico que se prodigan en los ecosistemas más naturales. El hombre ha intervenido en los montes europeos de forma determinante desde hace muchos milenios, cientos de milenios en cuanto a manejo del fuego, en todo caso en periodos suficientemente largos como para que cualquier planteamiento que pretenda obviar su decisiva intervención, o recrear lo que

sería sin él, es irreal. Demasiadas décadas de pensamiento influido por la clímax deberían haber vacunado a la comunidad científica frente a estos ideales, pero parece que no es así.

3.2.4.4. **Ejemplos de la iniciativa en las renovaciones**

En la historia ecológica del planeta existen muchos exitosos ejemplos de cambio en el régimen de renovaciones por acciones dirigidas. Desde luego, los más numerosos se refieren a sistemas agrarios tradicionales, que han transformado los ecosistemas de una parte sustancial del planeta en un grado muy elevado; tanto como para limitar la acción de otros eventos que no fuesen los que la comunidad local implementaba (Figura 3.2.36).

Figura 3.2.36. Ecosistema forestal tremendamente renovado por diversas actividades humanas: cortas, podas, pastoreo… Se aprecian matas de encina muy degradadas, y cedros que van podando en altura. A pesar de que el clima es relativamente lluvioso, el suelo aparece casi desnudo, muy erosionado. En estas circunstancias, es muy difícil que evento espontáneo alguno acaezca: el ecosistema está totalmente determinado por el hombre, con muy escaso margen de desviación. Aquí la prognosis ecológica sería sumamente sencilla si se conociesen de forma anticipada las actuaciones humanas; pero las sociedades humanas, como los ecosistemas, son sistemas caóticos (Ketama, Marruecos).

Además de los sistemas de manejo tradicionales, existen también ejemplos de gestión de la suficiente intensidad como para dirigir el ecosistema al cumplimiento de los objetivos fijados:

- Cortas que sustituyen a incendios: Tierra de Pinares de Burgos y Soria, Escandinavia, W de Norteamérica (figuras 3.2.37 y 3.2.38).
- Cortas que sustituyen a una variedad de eventos (roturaciones, pastoreo, incendios, derribos): Centroeuropa (Figura 3.2.39).
- Incendios planificados en lugar de uso del fuego menos dirigido: oeste y sureste de Estados Unidos, Australia, algunos brezales de las Islas Británicas (Thomson *et al.* 1995) (Figura 3.2.40).

Figura 3.2.37. En Escandinavia, los pinares de silvestre con abedules se quemaban en periodos de retorno seculares. En la actualidad se regeneran mediante cortas intensas repetidas en turnos del mismo orden de magnitud que los plazos transcurridos entre grandes incendios, manteniendo el dominio de árboles pioneros y muchas características esenciales del bosque. Aquí se aprecia cómo, tras una corta a hecho con reserva de árboles padre, se han regenerado multitud de abedules y pinos, y alguna pícea. El abedul, con su rápido crecimiento inicial, domina en el subpiso, pero con el tiempo se formará un bosque mixto en el que las coníferas tenderán a predominar (Eksjo, Suecia).

Figura 3.2.38. Píceas de varias edades que se van desarrollando bajo cubierta clara de pinos (*Pinus sylvestris*), que van sucumbiendo. Los viejos pinos exhiben cicatrices de fuego. Cuando el fuego o las cortas no actúan, el ecosistema cambia radicalmente con la regeneración de especies más tolerantes (Parque Nacional de Hamra, Suecia).

Figura 3.2.39. Bosque irregular, dominado por píceas y abetos, con algunas hayas. La estructura es producto de cortas seculares por entresaca. En esta parte de la Selva Negra la selvicultura comercial tiene una larga tradición, seguramente la mayor del planeta: ya en el siglo XVI vendían madera a los holandeses, que por aquel entonces eran una potencia mundial basada en el comercio y necesitaban grandes cantidades de madera, de unas características concretas, para su marina. A pesar de que los bosques irregulares se toman frecuentemente como paradigma de la naturalidad, lo cierto es que estos son los bosques del mundo con un grado de intervención y una continuidad en la gestión más elevados. Lo que parece una perfecta organización está amenazada por un agente insidioso de aspecto mucho más inofensivo pero más obvio que la lluvia ácida, que en los años 80 del siglo XX hizo temer el declive de estos y otros bosques: se trata del corzo, un fitófago que, a diferencia del ciervo, en general en España hace daños selectivos y de solo moderado efecto ecológico, pero que se puede convertir en plaga en ausencia de grandes predadores y en general si encuentra las condiciones adecuadas. Su efecto consiste en eliminar la regeneración de abeto, que es el árbol más tolerante y pieza clave en el sistema. Se observa cómo hay abetos en las clases de edad mayores e intermedias, pero no en la regeneración (Bad Rippoldsau, Alemania).

Figura 3.2.40. Quema prescrita en un parque nacional, con un objetivo de conservación: se han quemado abetos de 20 m de alto, y en general toda la vegetación que no alcanza esa talla, para prevenir incendios de copa en secuoyas de 60 m. La prioridad es asegurar la pervivencia de una especie escasa (*Sequoiadendron giganteum*), emblemática y que es una de las principales razones de la existencia del parque nacional, hasta el punto que le da nombre (Sequoia National Park, Estados Unidos).

3.3. UNA GESTIÓN FORESTAL RENOVADA

3.3.1. Gestión orientada a alcanzar objetivos: el fin del maniqueísmo

El proceso de definición de objetivos es una parte fundamental pero escasamente desarrollada. Desgraciadamente, es muy habitual tanto la gestión como la inactividad por pura inercia. Urge pues, como primer paso, el establecimiento de unos objetivos que deben ser concretos y a ser posible cuantificables, para permitir evaluar su grado de cumplimiento.

3.3.1.1. **La decisión sobre los objetivos a alcanzar**

El proceso por el que se definen los objetivos de la gestión forestal es complejo y en este trabajo solo se va a abordar superficialmente. En principio, los propietarios de los terrenos son los que deciden los objetivos en sus predios, con la sola limitación del respeto a la ley. Pero, como se verá más adelante, el asunto no es tan sencillo.

En el Valle de Mena habría que diferenciar, en primer lugar, dos tipos de montes en función de la forma en que se establecen los objetivos de gestión: los montes catalogados de utilidad pública, que abarcan más del 40% de la superficie del valle, y el resto de montes. Con la definición legal de terreno forestal actualmente vigente, la práctica totalidad de los terrenos meneses son montes; solo se excluirían los suelos urbanos y urbanizables, las láminas de agua, las infraestructuras viales de entidad y poco más. Las construcciones e infraestructuras ubicadas dentro de un monte, para su servicio, también tienen la condición legal de monte.

La administración de los montes catalogados se realiza, por imperativo legal (artículo 7.2 de la Ley 3/2009, de 6 de abril, de Montes de Castilla y León), de forma conjunta por las entidades propietarias y por la consejería competente en materia de montes de la Junta de Castilla y León (en la actualidad, Consejería de Fomento y Medio Ambiente). El resto de los montes meneses es administrado por sus propietarios, con los mecanismos de control y de intervención de la administración forestal previstos en las normas forestales.

De forma congruente con lo expresado respecto a la administración de los montes catalogados, la consejería competente en materia de montes y la entidad propietaria determinan de forma conjunta los objetivos generales de los instrumentos de ordenación forestal. Lógicamente, la postura de la consejería está influida por la política y la normativa en general, a todos los niveles: planetario (por ejemplo, acuerdos sobre reducción de emisiones de CO2), europeo (normas medioambientales, política común agraria, etc.), español (estrategia forestal, normativa básica, etc.) y autonómico (normas de diverso rango –leyes, decretos, órdenes-, instrucciones para interpretarlas, planes y programas, etc.). Pero en general todos estos niveles dejan un considerable grado de libertad para las decisiones técnicas de los ingenieros encargados de la gestión de los montes catalogados: se establecen objetivos generales, como evitar la erosión, movilizar recursos, proteger especies y ecosistemas, o la defensa de la propiedad pública, por poner algunos ejemplos; pero hay un amplio margen para que cada técnico cumpla los objetivos generalistas fijados en la forma que estime más conveniente, supuestamente en función de las circunstancias concretas de cada zona asignada, aunque inevitablemente también según sus propios prejuicios, o en general ideas y conocimientos.

Sobre la selvicultura a aplicar en los montes catalogados, existe un considerable margen de maniobra para las decisiones de los ingenieros de la administración forestal. En general las entidades propietarias confían en el trabajo de estos, aunque también son frecuentes las discrepancias sobre aspectos puntuales. Se puede decir que la iniciativa, aunque compartida como la gestión, es más de la administración forestal, pero en no pocos casos también de las entidades propietarias.

Las mayores restricciones normativas para el desarrollo de la gestión forestal provienen de la esfera de la conservación de espacios naturales y de especies protegidas. En este sentido, debe tenerse en cuenta que buena parte de los montes meneses está incluida en la zona de especial conservación “Bosques del Valle de Mena”. En general, las limitaciones operativas se refieren sobre todo a las épocas en las que no se pueden realizar trabajos forestales, por molestias a la fauna, aunque también afectan a impedir actuaciones en lugares concretos para preservar su integridad. En todo caso, y comparado con lo que ocurre en otros muchos lugares de España, en los que se ha efectuado una interpretación a todas luces excesiva de los preceptos europeos, en Mena al menos las restricciones no impiden poder efectuar una gestión forestal que sea rentable para sus propietarios.

Aunque el sistema de toma de decisiones compartido entre la consejería y la entidad propietaria, según la normativa forestal, otorga cierta supremacía a la primera, que por necesidades de conservación puede imponer ciertas cuestiones a los propietarios, de hecho funciona como un sistema en el que cualquiera de las dos partes puede bloquear las decisiones de gestión. De tal forma que, por ejemplo, para realizar un aprovechamiento es necesario que estén de acuerdo las dos partes: si una de las dos no desea, no se realiza. Y esto sirve para todo tipo de aprovechamientos (cortas, pastoreo, caza, colmenas, etc.) y abarca también muchos de los detalles de ellos, sobre todo en el sentido de que la entidad propietaria puede, por ejemplo, no enajenar un aprovechamiento porque no está conforme con las condiciones técnicas fijadas por la consejería; aunque respecto a las condiciones económicas y administrativas los propietarios tienen una libertad casi total (lógicamente dentro del respeto a la normativa, en concreto de contratación y de régimen local), también en estos aspectos la consejería competente en materia de montes tiene ciertas prerrogativas, como es la fijación de los precios mínimos a los que la entidad propietaria puede enajenar los productos.

Pudiera parecer que la forma de toma de decisiones descrita es un precepto legal difícil de aplicar, pero lo cierto es que, quizá por su gran tradición en el mundo rural, es suficientemente ágil y en general no presenta grandes conflictos, aunque lógicamente hay excepciones. La postura de la consejería es la de aprovechar para conservar, algo que encaja bien con la idea más generalizada que se tiene de los montes en el medio rural: en la mentalidad tradicional de la gente de campo, todos los terrenos deben producir. A veces surgen diferencias de parecer porque algunas corporaciones desean obtener dinero más rápidamente o más a corto plazo de lo que una gestión sostenible aconseja, y en estos casos se impone el criterio de la consejería, que limita los aprovechamientos. También ocurre lo contrario: aprovechamientos que la administración cree necesarios y que lo propietarios no juzgan oportunos (claras, sobre todo); en este caso, tampoco se ejecutan. Con la extensión del sector terciario al mundo rural, proceso al que no es ajeno el Valle de Mena, las mentalidades están cambiando muy rápidamente, y algunos propietarios ya consideran que la obtención de productos forestales no es la función principal de los montes. Como ejemplo de estas ideas modernas, el Ayuntamiento del Valle de Mena, a través de una ordenanza, ha prohibido las plantaciones de eucaliptos en todo el valle; algo para lo que probablemente carece de competencias, pero es una muestra de la tendencia en la mentalidad de estas zonas rurales.

En los montes no catalogados, el propietario puede, al menos de forma teórica, fijar sus objetivos de forma más discrecional. Pero, por una parte, en general los propietarios carecen de formación forestal y sus objetivos responden en general a planteamientos muy simples. Por otra parte, en España es difícil encajar los deseos en la alambicada normativa ambiental. Estos dos factores en conjunto hacen que los montes no catalogados, salvo contadas excepciones, carezcan de una línea clara de gestión, salvo en algunos montes plantados con especies de crecimiento rápido para su corta a hecho en el menor tiempo posible. En estos montes sería de aplicación la división entre los que sus propietarios tienen un objetivo claro de producción y aquellos otros en los que prevalece la inactividad; bien por decisión o, de forma, más común, por incapacidad derivada de la falta de conocimientos forestales o de una superficie de gestión muy reducida. En todo caso, falta asentar entre los propietarios una cultura forestal más elaborada, con objetivos más ambiciosos, como la que por ejemplo existe en muchas zonas de la vecina Francia: en el productivo medio menés es un gran desperdicio no pensar más que en términos de abandono, unas pocas leñas, pino o eucalipto.

3.3.1.2. **La naturaleza de los objetivos**

Con demasiada frecuencia los objetivos que se establecen en la gestión forestal son demasiado etéreos, en muchos casos están decisivamente influidos por prejuicios, y ambas cosas se mezclan. Por ejemplo, es habitual referirse, como toda explicación, a objetivo "productor" o "de conservación". Siempre es preciso detallar en qué consisten esas supuestas alternativas que, por otra parte, aquí se interpretan como complementarias. Seguramente, el desconocimiento de las posibilidades de la selvicultura ha llevado a establecer objetivos tan genéricos y poco ambiciosos.

En otros casos, en lugar de la desafortunada división entre producción y conservación, se habla de que el objetivo es transformar un bosque en irregular; o, en sentido contrario, regularizarlo siguiendo el clásico aforismo de ordenar transformando. Aunque esto implica una concepción más precisa de lo que se busca, e incluso de cómo conseguirlo, la naturaleza de los objetivos debe ser diferente, basada en las necesidades que se desea satisfacer y no en las características que debe reunir el monte

La gestión forestal, al menos en Europa y otras áreas densamente pobladas y con ecosistemas modificados por el hombre desde hace milenios, debe ser multiobjetivo. En las reducidas zonas del planeta donde los ecosistemas se han mantenido relativamente libres de las influencias humanas directas, es posible una gestión mucho más simple en cuanto a definición de objetivos, centrada solo en la preservación de los procesos ecológicos naturales. Sin embargo, en el resto del globo, será necesario buscar a la vez la satisfacción de la mayor parte posible de los servicios que pueden reportar los ecosistemas, lo que no excluye que un porcentaje relativamente pequeño del territorio se gestione con un objetivo único de conservación. Se entiende que el objetivo de conservación siempre debe estar presente, incluso en bosques tan productivos y alejados de la naturalidad como los eucaliptares ibéricos: todos los montes deben respetar unos mínimos respecto a conservación del suelo, la regulación hidrológica y la evitación de contaminaciones.

Intentar alcanzar estados naturales es un absurdo en Europa occidental, y en casi todo el planeta. No sirven como referencias ni la clímax ni la versión más sofisticada del régimen natural de renovaciones. Incluso los forestales de campo, para los que nunca han sido útiles las consignas que preconizaban ecosistemas climácicos, tienen su propia versión de “monte ideal”, que se materializa en los planes generales de las ordenaciones a través de conceptos como “monte transformado”, “bosque irregular”, “balance de clases de edad”, “curva de Liocourt” y otros semejantes. Aunque con algunos éxitos que siempre se muestran, en general es difícil encajar la naturaleza en esquemas rígidos, y debe sustituirse la idea de ecosistema objetivo por la del mejor cumplimiento posible de las funciones que se asignan a los montes.

En este trabajo se entiende que los objetivos de gestión deben tener una orientación que nada tiene que ver con la búsqueda de un ecosistema ideal o de una estructura objetivo. Si bien es cierto que la aplicación continuada de una selvicultura como la aquí propuesta (que se resume en claras frecuentes y suaves) conduciría en la mayor parte de las zonas, a largo plazo, a bosques irregulares, la irregularidad en sí no es un objetivo de esta gestión, sino un habitual producto de ella, no necesariamente deseado. Los objetivos deberán ser más prácticos, como la producción de madera de calidad, la mejora del hábitat de especies concretas o de grupos de ellas, defender el suelo frente a la erosión o prevenir inundaciones, ocultar de la vista infraestructuras o servir de pantalla acústica, lograr un entorno más agradable, etc.

En este marco filosófico, en el que la irregularidad será un subproducto de la gestión, se entiende que es deseable la existencia de una cierta proporción de bosques regulares, por decisión y también por eventos imprevistos (renovaciones extensas): fundamentalmente por razones de diversidad, ya que hay ciertas especies que tienen dificultad para persistir con eventos poco intensos e intensos; aunque también a veces por razones económicas (por ejemplo, aprovechar la madera de un rodal en rápida decadencia), sociales (por ejemplo, cortas a hecho con objetivo paisajista) o biológicas (por ejemplo, eliminar un patógeno que está afectando a una masa forestal).

Se entiende que es mejor no partir de una idea final e inamovible de monte. Ni en cuanto a su estructura ni en su composición específica. Lo que no impide, por ejemplo, que para un mejor cumplimiento de los objetivos se desee que una especie esté presente a largo plazo. Pero eso no debe conllevar un enfoque rígido en el que no se aproveche la regeneración espontánea de especies con las que no se contaba en un principio.

En general se preconiza que se deben diseñar ecosistemas resistentes y resilientes. No obstante, se debe tener en cuenta que el uso agrario tradicional, con su intenso régimen de renovaciones, ha seleccionado durante milenios las estirpes más resistentes y resilientes a ese régimen, lo que no necesariamente significa que lo sean frente a otras sucesiones de eventos. Esta forzada selección milenaria hace que los ecosistemas que no reúnen esas características de adecuación al régimen tradicional se han convertido en muy valiosos debido a su escasez. Ejemplos en este sentido son los bosques en fase de culminación y relevo: dado que hasta ahora ha sido muy improbable que se dejase a los árboles alcanzar su madurez biológica, estas fases son casi inexistentes. En montes gestionados de forma tradicional, los árboles viejos se ubicaban sobre todo en dehesas. En ellas, el intenso uso ganadero impedía la dinámica que caracteriza las fases de reposición, culminación y relevo, descritas para situaciones en las que los fitófagos no bloquean los procesos de regeneración.

Como en casi todo, no hay una receta general: en ciertos lugares, la resistencia es importante (por ejemplo, en los bordes de pistas), y la resiliencia es una garantía de futuro, pero también se deben promocionar muchos ecosistemas frágiles, por ejemplo por producir recursos valiosos, o simplemente por razones de diversidad.

En cuanto a los aspectos productivos, el objetivo de la selvicultura que aquí se preconiza es conseguir aprovechar cuanta más madera de calidad sea posible. Este objetivo se entiende compatible con la consecución de los más variados objetivos ecológicos, y en concreto con los establecidos en los planes de gestión de la zona de especial conservación "Bosques del Valle de Mena"; de hecho, de forma congruente con esta idea, las claras se definen en ellos como los principales instrumentos de conservación para los bosques meneses.

Una definición sencilla de madera de calidad es que es toda la que hoy en día se paga en valores de cientos de euros por metro cúbico. Esto en general se corresponde con la clase de calidad A entre las categorías francesas. En la actualidad, muy poca madera en los montes españoles reúne los requisitos de calidad que exige la categoría A, y en consecuencia muy poca se vende a ese precio. Los precios a los que se paga ese tipo de madera son internacionales, porque al ser de alto valor está mucho menos influido por la distancia de transporte que las maderas de inferior calidad. Además de las obvias ventajas inherentes este recurso, se une la no dependencia de que esté desarrollado un mercado local.

3.3.2. Una ecología (y selvicultura) más allá de los números

La ecología y selvicultura numéricas es la que se enseña en las universidades y la que se divulga en las publicaciones científicas. Está firmemente asentada la idea de que "lo que no se puede traducir a números no es científico". Todo (o casi) se puede traducir a números; otra cuestión es que merezca la pena el esfuerzo. Las ventajas de las referencias numéricas son obvias y sobre todo se relacionan con la posibilidad de establecer comparaciones en condiciones que garanticen la objetividad. Lo que es absurdo es que los modelos numéricos actuales, que en ecología son todavía muy simplificadores de la realidad, nos condicionen severamente esta última: los números deben ser una guía para orientar decisiones y evaluar lo efectuado, pero su importancia debe ser relativizada en función de su representatividad.

La heterogeneidad a todas las escalas es una característica intrínseca de los ecosistemas forestales, y cualquier parámetro numérico tiene siempre una limitada validez espacio-temporal. En general los datos selvícolas se refieren al nivel de los rodales (escala de las hectáreas) y no sirven para la elección de los pies concretos a cortar (nivel de bosquetes, escala de centenares de metros cuadrados), es decir, no sirven en la función más esencial de la selvicultura.

A escala detallada, la capacidad de predicción se basa en atributos directamente observables en el campo pero muy difíciles de parametrizar. Para conseguir objetivos como producir madera de calidad, lograr un entorno agradable o alcanzar metas de conservación, es deseable una gestión a nivel detallado, por debajo de la escala rodal: a tanto detalle es muy difícil usar los números como guía (Figura 3.3.1). Una opción que parece adecuada es marcar cada árbol, decidiendo en campo en función de criterios cualitativos, y evaluar si la intensidad aplicada entra dentro de unos márgenes cuantitativos de referencia; la intensidad debería irse corrigiendo en función del grado de cumplimiento de objetivos y de las dificultades experimentadas en anteriores cortas (gestión adaptativa). Cuando sí se marcan los árboles, pero influyen mucho los parámetros numéricos establecidos de forma apriorística, es una situación intermedia.

Con la selvicultura de árbol individual se potencian:

- Pies buenos productores de materias primas, en calidad y cantidad: madera, corcho, piñón, castaña, resina, etc.
- Pies que contribuyen especialmente a mantener o incrementar servicios ecosistémicos sin valor de mercado, como el hábitat para la fauna, la estabilidad del terreno, la defensa y regulación hidrológicas, la belleza del paisaje, etc.
- Pies bien conformados de especies que habitualmente no lo están
- Pies tolerantes de especies intolerantes
- Pies singulares por cualquier motivo: albergar nidos, presencia de oquedades, trasmochos, etc.

Figura 3.3.1. Hayedo en un entorno muy visitado: el salto del Nervión. Aquí la explotación debe ser compatible con la calidad estética, e incluso intentar mejorarla. Además de atractivo se pretende que el bosque mantenga algunas de las características del sistema agrario tradicional, en concreto los trasmochos. El asunto no es fácil, porque si no se retrasmochan las hayas se van cargando de peso y terminan por colapsar (ver figura ... foto 44863): se debe evitar que se vean superadas por las hayas contiguas pero tampoco se deben liberar mucho porque entonces se expanden, cargan de peso e inestabilizan. La elección concreta de los pies a cortar debe ser especialmente cuidadosa. Si el terreno fuese fácil de trabajar por procesadoras (o con elevadoras) sería sencillo y barato retrasmochar, pero el lapiaz dificulta su acceso. Por otra parte, las hayas trasmochas son ya demasiado viejas. Se observa cómo en primer término, bajo el denso dosel, no existe regeneración, mientras que esta es esplendorosa en un hueco ubicado más al fondo. No hay que dar por supuesto que las magníficas condiciones actuales para el establecimiento del regenerado vayan a durar siempre: hace 20 años no se instalaba regeneración debido a la elevada presión del ganado, y dentro de otros 20 puede haber grandes transformaciones ahora imprevistas (o algunas más previsibles, como la llegada del ciervo). Finalmente, se ha optado por la corta de unos pocos pies en los bordes de los corros de regenerado, y solo puntualmente se ha cortado o favorecido un pie trasmocho. En todo caso, un preciso y esmerado señalamiento es imprescindible en una gestión con objetivos exigentes (Monumento Natural de Monte Santiago, Burgos).

La ausencia de señalamientos en las cortas es un indicio de que algo muy importante no se está gestionando bien: es el triunfo de la selvicultura numérica a escala de rodal sobre la realidad del monte, de las medias sobre la diversidad. La selvicultura numérica tiene más sentido, o funciona mejor, en montes homogéneos o que se van a homogeneizar. Pero, aún en los sistemas forestales más homogéneos, es importante efectuar un tratamiento selectivo porque ni siquiera en los rodales clónicos y plantados a la vez (como la mayoría de las choperas de híbridos euroamericanos) los pies son tan semejantes como para que la selección deje de ser importante: los árboles difieren enormemente en sus capacidades, tanto para producir madera (en cantidad o en calidad), como para soportar la sequía, tolerar la sombra o cualquier otro atributo que se escoja (Figura 3.3.2).

Figura 3.3.2. Joven pinar de *P. radiata* en el que se han seleccionado, marcado y podado los pies de porvenir. Aunque se trata de uno de los tipos de bosque más homogéneos de Mena, tampoco aquí todos los árboles son iguales ni se les puede dispensar el mismo tratamiento. En general es preferible marcar, además de los pies de futuro, los que se deben cortar; pero con el señalamiento de los de porvenir al menos se protege lo esencial (Hornes, Valle de Mena).

3.3.3. La heterogeneidad estructural y la diversidad específica como aliados

Tradicionalmente se ha considerado una ventaja selvícola la homogeneidad a nivel rodal: estética (bosque "bien cuidado"), económica y por facilidad de gestión (Puettmann, Coates y Messier, 2009). En claras, esta idea implica:

- No hacer claros
- Espaciamiento regular
- Por lo bajo, es decir, cortar con preferencia los pies dominados
- Favorecer especies principales
- Evitar regeneración anticipada

En la extendida "selvicultura de jardín", el ideal son grandes árboles, sanos y vigorosos, de buen porte, distribuidos más o menos homogéneamente, y a ser posible con un césped como todo sotobosque. En España es incluso hoy en día el tipo de selvicultura predominante, pero la realidad es que cuesta muy cara y no sirve para la mayoría de los objetivos, como es la producción de madera de calidad o la mejora de la diversidad (Figura 3.3.3).

Figura 3.3.3. “Selvicultura de ricos” y “estética de jardín” aplicada en el monte. Se han eliminado los pies dominados y los peor conformados que no sean dominantes. El resultado es un robledal homogeneizado de aspecto magnífico, pero los resultados selvícolas o de prevención de riesgos son irrelevantes (Ribota, Valle de Mena).

Algunos hechos contradicen, al menos en parte, las supuestas ventajas de la homogeneidad:

- Mayor valor de especies escasamente representadas
- Unos pocos pies con un uso especial (chapa, ebanistería, cubas de vino…) pueden pagarse mejor que muchos árboles mediocres
- Nuevos paradigmas acerca de lo que deben ser los montes están impregnando a la sociedad
- La diversidad de situaciones y procesos minimiza riesgos de todo tipo

Además:

- Necesidad de hábitats diversos
- La heterogeneidad está presente a todos los niveles en la naturaleza, y para optimizar la gestión se debe profundizar en el conocimiento: las recetas generales no son una buena guía, se desaprovechan muchos procesos espontáneos

Con frecuencia se argumenta que los bosques mixtos son deseables, pero muy difíciles de gestionar. Es cierto que puede ser más difícil vender madera si esta es de muchos tipos diferentes, porque obliga a operaciones más costosas de clasificación y transporte. Pero esto no ocurre muchas veces: la leña de distintas especies se mezcla, y también se puede hacer en parte con la madera de trituración. En general, para estos usos menos pagados siempre hay que separar, al menos, la madera de frondosas de la de coníferas. Pero con la madera de calidad no existen estos problemas, al menos cuando se alcanza un tamaño mínimo de lote o cuando el mercado local está muy desarrollado (esto último no es habitual en España). La idea de la dificultad de gestión de los bosques mixtos, como muchos otros prejuicios (como el de que los pies dominados no reaccionan a las claras), procede de una concepción simplificadora, agronómica, de la selvicultura.

Si se asume que es necesario marcar cada árbol que se corta, algo que es fundamental en cualquier tipo de selvicultura, muchas de las ventajas de la homogeneidad se difuminan. De hecho, los señalamientos son más sencillos cuando los pies son desiguales, en tamaños, portes y especies. Y esa variedad facilita en gran medida la consecución de los objetivos, que pueden además ser más diversos y sofisticados (figuras 3.3.4 a 3.3.7).

Figura 3.3.4. Pinar muy denso y con pies de apariencia homogénea. Aunque esta homogeneidad desaparece cuando cada pie se analiza con detenimiento, una correcta clasificación de los pies exigen mucha atención y tiempo, que aquí se deben emplear porque la madera tiene potencial para ser muy valiosa. El señalamiento, en una selvicultura de calidad, es en este caso costoso (Valsaín, Segovia).

Figura 3.3.5. Cuando se mezclan árboles de especies y edades contrastadas son en realidad más fáciles los señalamientos y, sobre todo, es mucho más sencillo conseguir los objetivos perseguidos. En este caso se ve roble marcado como pie de porvenir, en rodal con una considerable mezcla de especies y edades: se trata de un pinar de silvestre con algunas frondosas que precedían a la plantación de pinos, otras pocas que se instalaron más o menos a la vez, y muchas que lo hicieron posteriormente; entre estas últimas algunas, como el roble del centro de la imagen, alcanzan el dosel superior, pero la mayoría permanecen bajo dosel, como regeneración anticipada. Las frondosas son *Quercus petraea*, *Q. faginea*, *Fagus sylvatica*, *Acer campestre*, *Sorbus torminalis*, *S. aria*, *Ilex aquifolium* y *Corylus avellana*. En estas condiciones es mucho más sencillo obtener robles de magnífica calidad, sin brotes epicórmicos, que cuando los robledales son monoespecíficos y regulares (Leciñana, Valle de Mena).

Figura 3.3.6. Las especies escasamente representadas son muy interesantes en los bosques, y no sólo por motivos ecológicos, sino también económicos. Aquí se ha promocionado el único árbol que no es haya, un cerezo, eliminando progresivamente los pies que competían más directamente con él. El resultado es un magnífico desarrollo del cerezo, que supera claramente al de las hayas, a pesar de que la estación es extraordinariamente favorable para ellas (Villar de Torre, La Rioja).

Figura 3.3.7. La selvicultura ha tratado con frecuencia de homogeneizar las masas a escala de las hectáreas, tanto en bosques regulares como irregulares. Esta es una visión muy pobre de sus posibilidades. La realidad es que los tratamientos que efectúa el hombre pueden ampliar el casi ilimitado catálogo de posibilidades de la naturaleza. La ecología y selvicultura numéricas deberían adaptarse a estas nuevas opciones en las que los parámetros habituales juegan un papel muy secundario. Bosque mixto con gran diversidad de especies. Se promocionan algunas mediante la eliminación selectiva de pies. El rodal se ha vallado para excluir el ciervo, que malograría cualquier intento de regeneración o de plantación de cualquier árbol. Aquí se han anillado sauces y hayas, hace tres años, para favorecer loros (*Prunus lusitanica*). En primer término se ve haya anillada, muerta y tronchada. Un poco detrás se ve un sauce (*S. atrocinerea*) anillado; se ha muerto la parte ubicada por encima del corte, pero ha emitido brotes bajo él. Los cortes para

anillar han sido en exceso profundos, lo que ha acelerado la muerte y caída de los pies sobre los que se ha efectuado este trabajo. En todo caso, se ha cumplido el objetivo de favorecer a los loros (Partearroyo, Valle de Mena).

Una de las máximas de la estética de jardín aplicada a los montes conlleva la eliminación de los pies dominados. De hecho, este es uno de los criterios más utilizados en la realización de las claras, como se puede comprobar, en los montes de utilidad pública, en los pliegos de condiciones técnico-facultativas que las rigen. Sin embargo, una serie de factores se conjugan para que no sea aconsejable cortar sistemáticamente los árboles pequeños:

- Su corta supone poco dinero. En ocasiones incluso deprecia la venta
- Sirven para mantener el microclima forestal
- Con sus sistemas radicales entrelazados ayudan a prevenir derribos
- Sirven de parachoques en las operaciones de desembosque
- Previenen daños en los troncos por súbita exposición al sol
- En ciertas condiciones, evitan la proliferación de brotes epicórmicos en pies más dominantes
- Los árboles no son como los humanos: en ellos la edad no importa, ya que su patrón vital es muy distinto, hasta el punto de que no hay diferencia nítida entre crecer y vivir, algo que no ocurre en los animales
- A largo plazo pueden llegar a ser grandes árboles y en general, por sus condiciones de desarrollo, suelen ser de elevada calidad

Argumentos semejantes sirven para justificar la conservación de las especies escasas, si bien en este caso está mucho más difundida la idea de su importancia:

- El futuro es en muchos aspectos impredecible, y es prudente disponer de una amplia base genética en el ecosistema
- Son fuente de semilla para una posterior mayor abundancia
- En ocasiones aportan más valor unos pocos individuos de ciertas especies que la generalidad de los árboles del bosque

Respecto al uso de árboles exóticos, en grandes extensiones es una apuesta muy arriesgada, dado que no han sido testados por la evolución natural. Pero no es adecuada una postura radical: la decisión sobre si utilizarlos o no se debe basar en análisis y no en apriorismos. Una opción es mezclar exóticas y espontáneas, por ejemplo aprovechando la regeneración natural de ambas, o plantando algunas (Figura 3.3.8). Los atributos vitales de las especies que intervienen son los decisivos; en este sentido, puede interesar el rápido crecimiento o la frugalidad de una exótica para reconstruir el bosque. No todas las mezclas son posibles: por ejemplo, los táxones intolerantes no sobreviven bajo doseles cerrados de especies que arrojan una intensa sombra. Así, si se emplea en repoblación forestal un árbol exótico de rápido crecimiento, y densa y perenne sombra, como *Pseudotsuga menziesii* o *Chamaecyparis lawsoniana*, si se desea que conviva con plantas nativas, se debe plantar a una densidad que lo permita, y actuar selvícolamente para mantener el equilibrio deseado, porque en otro caso se corre riesgo de excesivo dominio de estos árboles exóticos. Lógicamente, idénticos razonamientos habrían de realizarse con especies autóctonas que tuviesen los mismos atributos vitales. En todo caso, lo más importante es superar la visión de masas espontáneas “destinadas a protección” y exóticas productivas.

Figura 3.3.8. Rodal cortado a hecho 4 años antes de tomarse esta imagen. Se plantó al año siguiente, con *Pseudotsuga menziesii*, *Pinus nigra* y frondosas caducifolias típicas de los bosques cantábricos. Los árboles que formaban regeneración anticipada bajo el pinar, y que tras la corta quedaron muy dañados, se van recuperando. Los árboles plantados se están desarrollando bien, y también los que han rebrotado o se han regenerado de forma espontánea. Aunque la especie no se ha utilizado en la plantación, algunos *Pinus radiata* se han establecido a partir de las semillas de los cortados. Se ha plantado una considerable variedad de frondosas, que ahora resultan difíciles de distinguir de las espontáneas, salvo algunas especies que no había en el rodal, o había pocos individuos (*Tilia platyphyllos*, *Sorbus torminalis*, *Betula alba*, *Fraxinus excelsior*). Entre la regeneración espontánea hay castaño, cerezo, roble (*Q. robur*), rebollo, quejigo, encina, arce (*A. campestre*), olmo (*U. glabra*), sauce, avellano. La parcela se encuentra cerrada con malla cinegética, para prevenirlos daños por ciervo (Hornes, Valle de Mena).

Algunas acciones que promueven la heterogeneidad a nivel rodal:

- Abrir claros en cortas de mejora
- Cortar por lo alto en lugar de por lo bajo, en positivo en lugar de en negativo: fijarse en lo que se quiere favorecer, en lugar de lo que se quiere eliminar
- Plantar especies diferentes a las más extendidas o a las que presumiblemente se van a extender más (por ejemplo, haya)
- Dejar un porcentaje del terreno sin actuar (2-10%)
- Actuaciones variables en función de las circunstancias particulares. Por ejemplo, exigiendo en pliego sólo una media, que puede cambiar mucho de un bosquete o rodal a otro

En general, cuesta más vencer las inercias que la dificultad intrínseca para aplicar estas recomendaciones.

3.3.4. Prevención de riesgos forestales: un enfoque integral

En la moderna ecología y selvicultura un asunto estrella es la prevención de riesgos. Existen multitud de trabajos en este sentido, que en general se abordan desde una perspectiva reduccionista, es decir medidas concretas para riesgos específicos. Aunque para el desarrollo científico esta aproximación es completamente necesaria, porque es una forma de simplificar la enormemente compleja realidad, en la gestión se deben prevenir todos los riesgos de una forma conjunta, ya que el ecosistema es solo uno. Y, desde una perspectiva científica, por mucho que sean necesarias aproximaciones parciales, la visión de conjunto es también imprescindible. A este respecto, es preferible una visión cualitativa pero integral que una cuantitativa pero que obvie aspectos esenciales del ecosistema.

Los objetivos de prevenir riesgos y fomentar la diversidad de están ligados íntimamente, a través de otro: heterogeneidad. Como ocurre para fomentar la diversidad específica, para prevenir riesgos es mejor trabajar a niveles ecosistémicos y para un conjunto de riesgos, lo que no impide actuar a favor de especies concretas y para prevenir especialmente ciertos riesgos. En ambos casos, es necesario adoptar compromisos: disminuir un tipo de riesgo lleva aparejado aumentar otros, de la misma forma que mejorar el hábitat para ciertos grupos de especies va en detrimento de otros.

Las aproximaciones ecosistémicas deberían ser las predominantes en la gestión de los montes. Sin embargo, en la actualidad son más comunes los análisis reduccionistas. La visión de detalle en sí no es un problema, pero se debe contrapesar con una de conjunto y en un amplio dominio espacio-temporal. El enfoque holístico no es incompatible con medidas concretas para prevenir riesgos específicos del momento y lugar.

La prevención de riesgos se debe hacer de forma compatible con otros objetivos del monte, como la conservación de la diversidad. Para esos dos objetivos es esencial potenciar la heterogeneidad del monte: en cuanto a riesgos, implica “no poner todos los huevos en la misma cesta” (ver, por ejemplo, Paquette y Messier, 2010), lo que se aplica también en economía; respecto a la diversidad, esta proviene de la heterogeneidad estructural, hasta el punto de que ambos conceptos tienden a confundirse.

Para lograr diversidad estructural se debe implantar un régimen de renovaciones con variedad de eventos en cuanto a tipo, extensión, intensidad y frecuencia. Esta variedad puede llegar de forma premeditada o simplemente como consecuencia de aplicar en cada conjunto de circunstancias concretas la mejor de las opciones posibles; planteamiento este último que es el preferido en este texto. Es una suerte de aplicación, todavía más relajada, de los principios que dieron origen al método de ordenación por rodales (ver González-Molina *et al.*, 2006).

Con las tendencias actuales de los montes españoles, con fuerte acumulación de combustibles y de volúmenes de madera, no parece necesario provocar eventos extensos, porque van a llegar espontáneamente: grandes incendios en zonas secas, derribos en las húmedas y quizá plagas en ambas. En este sentido, desde el punto de vista de la prevención de riesgos y fomento de la biodiversidad, y también para conseguir muchos objetivos concretos tanto ecológicos como económicos, parece más adecuado, con carácter general, promover renovaciones de pequeña extensión. En la situación presente de muchos montes, muy capitalizados tras décadas sin explotación, las claras se presentan como una necesidad imperiosa muy extendida: como un primer paso hacia una futura heterogeneidad (figuras 3.3.9 a 3.3.11).

Figura 3.3.9. Aunque la diversidad específica y estructural, y la reducción de la espesura, son medidas que preconizan los estudios acerca de riesgos climáticos, hay muchos ejemplos donde no se ha actuado para reducir la susceptibilidad de las masas. En España proliferan los estudios acerca de las repercusiones del cambio climático pero existe escasa aplicación práctica en las medidas preventivas, incluso en las más elementales: en muchas zonas, sobre todo de la mitad sur, que supuestamente sería la más afectada por el incremento de la aridez, faltan claras que mejoren la vitalidad y aumenten la resistencia frente a eventos de diverso tipo, climáticos incluidos; y que reduzcan el uso de energías

fósiles. Extensas repoblaciones en las que todavía no se ha implantado una selvicultura que no dependa de fondos públicos, a pesar de que es perfectamente viable (Aldeire, Granada).

Figura 3.3.10. Desgraciadamente, la falta de selvicultura no es patrimonio de los montes del sur peninsular. A los bosques de frondosas en el norte de España, salvo excepciones, no se les aplica una selvicultura bien organizada. En general, de hecho, se encuentran en un abandono casi total de la gestión forestal. Y en demasiadas ocasiones se disfraza como conservación lo que no es más que dejadez. Como en el sur, ahora tampoco cabe la disculpa de la falta de financiación: las cortas son ahora rentables en la mayor parte de los montes cantábricos, fruto sobre todo del elevado precio de la leña. Hayedo en elevada densidad, lo que le hace proclive a derribos en masa. A través de cortas se podría inducir una mayor heterogeneidad estructural, e incluso intentar promover la regeneración y desarrollo de otras especies diferentes a *Fagus sylvatica*. La gran competencia entre pies de haya deja muy poco espacio para otros árboles, e incluso está provocando la muerte de las hayas que se van quedando un poco rezagadas (San Miguel del Río, Asturias).

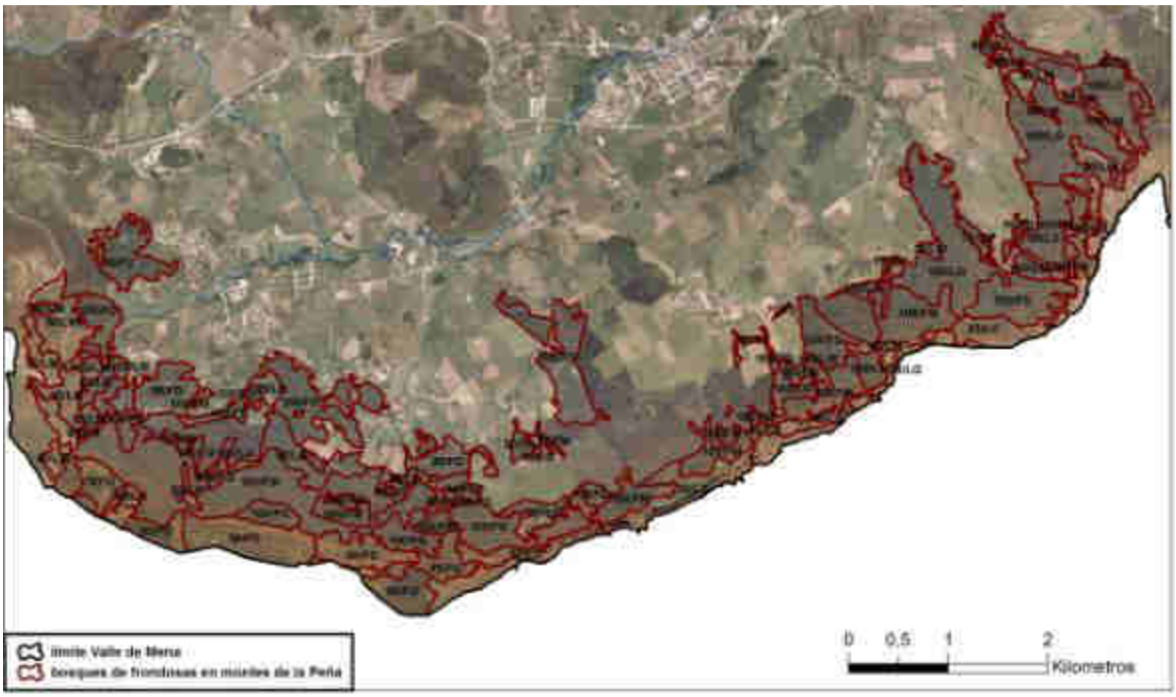


Figura 3.3.11. Extensa masa boscosa en la que apenas se ha actuado selvícolamente, en el Valle de Mena. En las frondosas algún pequeño tratamiento selvícola, de resultados escasos. En el mapa se han remarcado los bosques de frondosa, con indicación de la clase de tamaño y la fracción de cabida cubierta. Se observa cómo la mayor parte de la masa son fustales y latizales gruesos de espesura completa. Son rodales en los que se precisa reducir la densidad, y en los que es rentable intervenir: se han marcado las curvas de nivel, y excepto la parte sur más pegada a los cortados calizos, el resto del terreno es practicable por la maquinaria habitual en desembosque. En todo caso, hay sitio para todo: una considerable extensión a evolución espontánea y otra zona más dirigida mediante cortas. Algún rodal de *Pinus radiata* ha sido objeto de clara: en el mejor de los casos se ha efectuado una única intervención a lo largo de más de medio siglo de existencia, lo que es inaceptable en una especie de pino con un gran potencial de crecimiento. La red viaria en estos montes es escasa y deficiente, sin tan siquiera una pista general, sino accesos secundarios y en general en no buen estado, y a veces ni siquiera eso. La escala gráfica da idea de la magnitud de la tarea por delante. La selvicultura debe en los montes de la Peña contribuir a incrementar la heterogeneidad, promoviendo el desarrollo de la regeneración espontánea de frondosas bajo los pinares y la instalación de grupos de regeneración con gran variedad de especies en los hayedos. Ambos objetivos son fáciles de conseguir gracias a que aquí la presión de fitófagos, tanto domésticos como silvestres, es baja… por el momento. En el extremo oriental de Mena la situación es semejante a la aquí descrita: tradicionalmente las actuaciones selvícolas se han concentrado en los montes de Ordunte.

3.3.5. La principal receta: huir de las recetas

Muchas veces, y desde muchos ámbitos, se ha criticado la ordenación de montes, la selvicultura e incluso a los forestales en sí mismos por haber restringido en exceso las posibilidades de la naturaleza, por haberla simplificado. Independientemente de las motivaciones últimas y de las ideas al respecto de los autores de estas críticas, lo cierto es que hay una parte de verdad: la ciencia y la práctica forestal disponen de un abanico infinito de posibilidades, que podrían haber servido para incrementar las también infinitas de la naturaleza, pero sin embargo ha predominado la aplicación de recetas simplistas y simplificadoras.

Un buen ejemplo en este sentido es lo que ocurrió en España cuando estuvo disponible en suficiente cantidad una máquina pensada para obras públicas: el bulldozer. Desde finales de los años 60 del siglo XX, más o menos hasta mediados de los 80, aunque esta segunda fecha fue muy variable según la zona, en España se utilizó masivamente el aterrazamiento de los montes como forma habitual de preparar el terreno para su repoblación, sin importar ni la pendiente del terreno, ni la profundidad del suelo, ni la necesidad de retener la escorrentía: era la moda del momento (figuras 3.3.12 a 3.3.16).

Algo semejante se ha hecho con los tratamientos selvícolas: durante muchos años, y no se puede considerar totalmente extinguida, se aplicó la costumbre de realizar la poda de todos los pies, el desbroce del matorral (de todo usualmente) y un clareo. Y esta receta de tres trabajos en uno se ha aplicado a todo tipo de bosques en situaciones extremadamente diferentes y con resultados que, lógicamente, también lo han sido; y con frecuencia no respondían, al menos a medio y largo plazo, a la consecución de los objetivos (3.3.17 a 3.3.19).

También encaja en la clasificación de receta un tratamiento selvícola que por su amplia difusión y gran repercusión merece un comentario aparte: las fajas auxiliares, bandas de una anchura variable que se ubican en los bordes de una pista forestal y en las que se realizan los trabajos habituales de los tratamientos selvícolas: clareo, poda y desbroce. El objetivo de estos tratamientos es romper la continuidad del combustible, sobre todo para que los efectivos que trabajan en la extinción de incendios forestales dispongan de una línea en la que puedan actuar con mayor seguridad. Normalmente, los clareos en estas fajas son intensos, para asegurar la ruptura de la continuidad horizontal de la vegetación, y también para facilitar el movimiento de la maquinaria entre los pies remanentes, de forma que se abaratan costes. En principio, la idea está bien concebida; pero, como casi siempre, el problema viene por aplicarla en todo tipo de circunstancias. En algunos casos, como cuando las fajas se efectúan en lugares querenciosos para el ganado, se ha logrado adehesar un monte, rebajando de forma notoria, barata y duradera el riesgo asociado al fuego. En otros el principal efecto ha sido estimular el desarrollo de un sotobosque mucho más inflamable que el bosque de partida (3.3.20 a 3.3.21).

Figura 3.3.12. Los montes aterrazados adquieren un grado de artificialidad muy duradero. Además, el tránsito a favor de la pendiente se ve muy dificultado, lo que constituye un grave inconveniente para efectuar aprovechamientos y para la gestión en general. Las terrazas favorecen la infiltración, lo que es beneficioso para detener procesos erosivos. El terreno removido en la plataforma de la terraza favorece la instalación de los árboles, pero se observa cómo también lo han logrado los de la primera fila, plantada fuera de la terraza (La Toba, Jaén).

Figura 3.3.13. Repoblación en terrazas en una umbría de la Cordillera Cantábrica, a más de 1.300 metros de altitud. El impacto es severo y duradero, y desde luego no se justifica por el aumento de la capacidad de retención de agua, que aquí no es muy limitante. La erosión ha sido contenida hasta el momento más por la vegetación herbácea que por los árboles instalados; con el tiempo, estos tendrán un papel más determinante (Redipollos, León).

Figura 3.3.14. Ladera aterrazada en un lugar especialmente inadecuado, al menos por dos motivos: con una pluviometría muy elevada, aquí el problema es más el exceso de agua que su falta, por lo que las terrazas, al retenerla, generan encharcamiento y causan problemas al desarrollo arbóreo; además, las terrazas son plataformas llanas que favorecen en gran medida los desplazamientos del ganado y de los grandes fitófagos silvestres, que muestran preferencia por las zonas de escasa pendiente. El resultado ha sido nefasto. Se observa cómo los árboles crecen mejor en el límite superior de la repoblación, donde el terreno se encuentra menos encharcado, y en la ladera ubicada a la izquierda de la zona aterrazada, donde se hicieron hoyos; en ambos casos se trata de pies coetáneos a los de las fajas subsoladas (que es como se denominaba eufemísticamente a estas terrazas, realizadas cuando este método de preparación ya no estaba totalmente en boga) (Para, Burgos).

Figura 3.3.15. Bosque aterrazado. En la actualidad es el negativo de lo que se supone que es una repoblación forestal: solo hay árboles en las áreas que no se decaparon, en el terreno entre las terrazas. En la plataforma de la terraza se plantaron pinos, que no han prosperado, mientras que en el resto del terreno se han desarrollado diversas frondosas caducifolias (sobre todo hayas, pero también robles –*Q. petraea*-, rebollos, fresnos y cerezos) (Cadagua, Valle de Mena). En la página siguiente se incluyen dos ortoimágenes de la zona: cómo estaba en 1957 y cómo en la actualidad;

se refleja la información de cubierta y clase de tamaño de las teselas. La cubierta arbórea se ha vuelto mucho más densa, y desde el aire no se observan las terrazas, ni bajo el pinar ni bajo los bosques de frondosas.

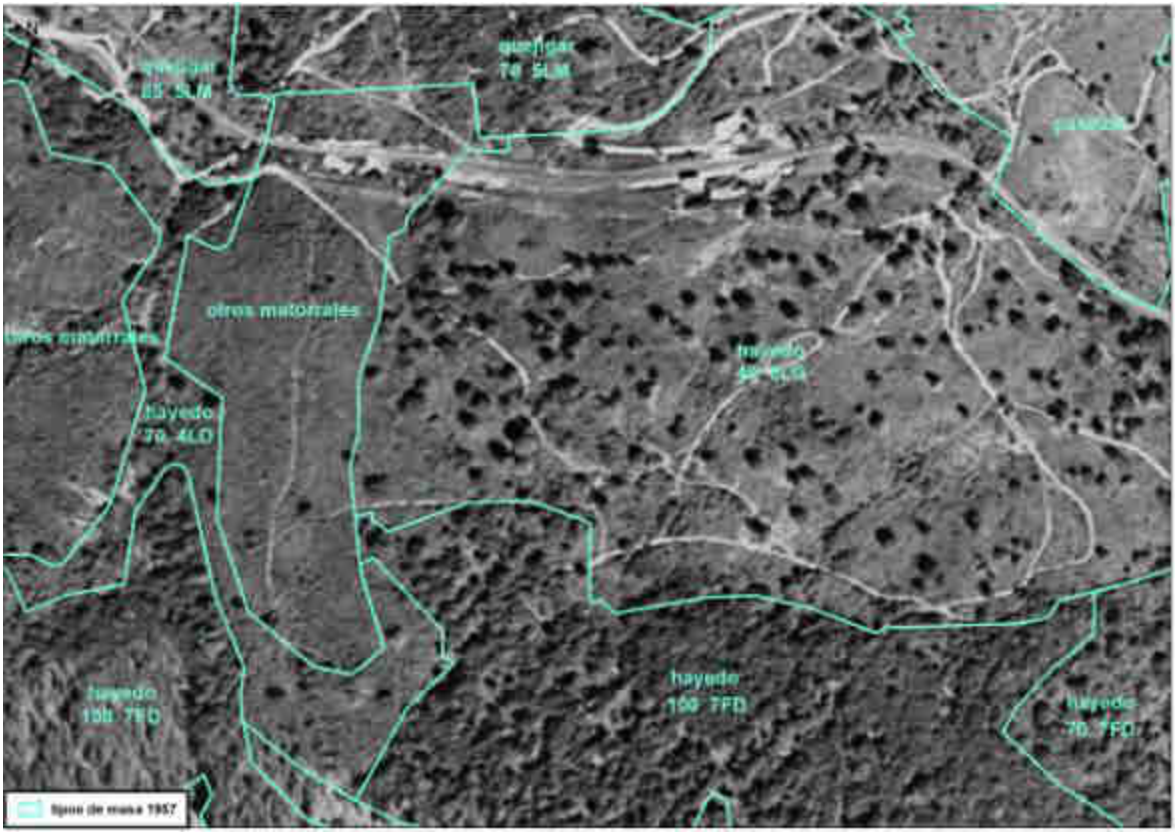


Figura 3.3.16. En el Valle de Mena, durante las últimas dos décadas y media los forestales, plenamente conscientes de los graves inconvenientes de las terrazas, cuando el arbolado que crecía sobre ellas desaparecía, generalmente por incendio o corta a hecho, aprovechaban para eliminarlas y restaurar en lo posible la topografía original. En la imagen se ve zona aterrazada, quemada posteriormente y que, cuando se volvió a repoblar, se deshicieron las terrazas de arriba abajo, generando cada unos 50 metros los cordones de restos que todavía se aprecian y que han impedido la completa restauración geomorfológica. La acción acometida es muy agresiva y arriesgada, pues si justo después de ejecutarse sobrevienen intensas precipitaciones, existe un grave peligro de erosiones severas. Aún así se ha abordado porque se ha entendido preferible correr ese riesgo que continuar con las terrazas (monte La Sobrada, Valle de Mena).

Figura 3.3.17. Encinar en el que se ha efectuado recientemente un tratamiento selvícola. Se han generado gran cantidad de restos que suponen un grave riesgo en caso de incendio forestal. Aunque esta situación es relativamente transitoria, sobre todo si se trituran los restos, otra repercusión lo es menos: la apertura del dosel es relativamente intensa y cambia el microclima, con aumento de la insolación, reducción de la humedad y en general condiciones que mejoran la propagación del fuego, algo que se supone es exactamente lo contrario a lo deseado en un tratamiento preventivo frente a incendios forestales (Irús, Valle de Mena).

Figura 3.3.18. Rebollar en el que hace 12 años se ha aplicado el típico tratamiento selvícola supuestamente preventivo de incendios: clareo (por lo bajo pero cortando un buen número de pies), poda (de todos los pies remanentes) y desbroce (de todo el matorral). El resultado a medio plazo, y para los objetivos previstos, ha sido desastroso. El matorral de brezo (*Erica australis* y *E. arborea*), que languidecía bajo el arbolado, ha rebrotado con una fuerza de la que carecía antes del tratamiento, gracias al efecto combinado de renovar su parte aérea y aumentar su espacio vegetativo disponible con el clareo y la poda; en este sentido, el hecho de que se hayan cortado los pies dominados, más próximos al suelo y que por tanto ejercen una concurrencia más directa con los brezos, ha favorecido a estos últimos. Además, los pies dominados contribuyen a crear un cierto ambiente umbroso que ayuda a controlar los brotes epicórmicos, algo de suma importancia si se pretende producir madera de calidad; objetivo muy difícil de alcanzar aquí precisamente por el tratamiento efectuado, que ha eliminado la opción de mantener un subpiso de pies dominados. Se observa cómo los pies remanentes han desarrollado nuevas ramas, estimuladas por el clareo efectuado. Otra consecuencia negativa es que los recursos consumidos en el desarrollo de estas ramas bajas no ha sido empleado en ampliar la copa, que está demasiado comprimida. Con un clareo por lo alto, ligero, se hubiesen cumplido mejor todos los objetivos, puesto que se hubiese estimulado el desarrollo de los pies escogidos sin apenas favorecer el sotobosque ni los brotes epicórmicos. La utilización de recetas sin evaluar las características concretas del ecosistema donde se aplican, y muy en particular sus tendencias dinámicas, es un camino seguro para, en el mejor de los casos, la ineficacia de las acciones (Pardesivil, León).

Figura 3.3.19. Detalle de lo que ha sucedido con un rebollo podado 7 años antes de tomarse esta fotografía. Dado que la poda se ha unido a un intenso clareo, que ha proporcionado abundante espacio vegetativo para los pies remanentes, ha habido dos respuestas, una considerada de forma positiva y la otra negativa: las heridas de las ramas podadas se han cicatrizado adecuadamente, como la que se aprecia en la parte baja de la imagen; pero han surgido nuevas ramas que son más gruesas y numerosas que las que se habían podado. Las podas asociadas a clareos intensos por lo bajo funcionan en pinares o en general en especies que no rebrotan del tronco, pero no en rebollares (Folgoso de la Ribera, León).

Figura 3.3.20. Una estrategia típica en selvicultura preventiva de incendios consiste en romper la continuidad de la vegetación, tanto vertical como horizontalmente. Si esto se efectúa en borde de pista, se denomina faja auxiliar, que suele implicar poda baja, clareo fuerte y desbroce total. En Aragón, esta acción se está ejecutando a lo largo de miles de kilómetros, en unas condiciones ecológicas sumamente variadas y con unos efectos lógicamente también muy variables. Se aprecia el contraste entre las fajas auxiliares, con fuerte reducción de la densidad del arbolado y eliminación del sotobosque, y el resto del pinar. Se ven los restos acordonados para su posterior trituración (Bezas, Teruel).

Figura 3.3.21. El resultado de esta faja auxiliar ha sido nefasto desde el punto de vista de los objetivos perseguidos: disminuir la cubierta y desbrozar es la mejor forma de que el pirófito brezal recupere el vigor, que bajo la sombra de los pinos había perdido. Como siempre, el conocimiento del medio y los atributos vitales de las especies son decisivos (Argañoso, León).

Los ecosistemas forestales son extremadamente variados y heterogéneos a todas las escalas. Los del Valle de Mena, de forma muy aparente. Cada precisa situación estructural, de composición específica y dinámica exige una respuesta ad hoc (Figura 3.3.22). Las recetas generalistas o la homogeneización son respuestas mediocres que se emplean solo por desconocimiento o pereza mental. Además de no optimizar las respuestas del ecosistema, normalmente exigen un mayor coste: actuaciones puntuales pero que inciden en el momento y el lugar adecuado son más eficaces y rentables.

Dado que las dinámicas ecológicas difieren marcadamente en función de las condiciones precisas del ecosistema, cada selvicultor o cada ecólogo que trabaja en una zona concreta debería tener ventaja sobre los foráneos en la capacidad de interpretación y de predicción; siempre, lógicamente, que además de experiencia reúna unos conocimientos ecológicos previos y una elevada capacidad para observar e interpretar. Así, pues, el conocimiento local se convierte en importante; no solo respecto al ecosistema actual, sino también, y de forma decisiva, sobre el pasado del lugar, sobre su historia ecológica. Pero esto no debe obviar que los procesos en los montes responden a factores físicos que son universales, y que, más allá de las particularidades locales existen principios que, con distintos matices, funcionan en todo el planeta.

En definitiva, en cada momento y lugar se debe aplicar una forma concreta de gestión, que puede diferir marcadamente de la que sería más correcta en otras zonas o incluso en la misma pero en otro momento, por mucho que exista proximidad geográfica o temporal. Existe una gran diversidad de opciones en la gestión, la selvicultura y los aprovechamientos. Por ejemplo, las cortas pueden ser muy variadas, en función de los objetivos y de la concreta situación. Esta variación puede afectar a:

- Intensidad
- Frecuencia
- Criterios de corta
- Normas para el desembosque
- Operaciones puntuales como anillamientos o desmochados

En cada caso la mejor opción se debe establecer en función de factores como:

- Características del monte
- Red viaria
- Mercado local de productos forestales
- Existencia y posibilidad de trabajo de mano de obra especializada
- Personal que aplica los criterios
- Tipo de maquinaria
- Objetivos y expectativas del propietario

- Normativa de aplicación y organización administrativa

Figura 3.3.22. Pinar de *P. radiata* en el que, tras tres claras, se ha instalado una abundante regeneración anticipada de varias especies de frondosas (*Quercus robur*, *Q. ilex*, *Castanea sativa*, *Sorbus torminalis*, *Sorbus aria*), y algún pino (*P. radiata*) disperso. A pesar de que el pinar tiene ya 60 años se ha optado por realizar una clara para ir liberando paulatinamente la regeneración. La prescripción selvícola habitual sería una corta a hecho con plantación posterior, lo que supondría la pérdida de la valiosa regeneración existente, cuyo desarrollo llevaría unas dos décadas. Además, conllevaría cortar pies de un diámetro mucho menor del que se considera más adecuado como objetivo (50-60 cm); son los pies que han alcanzado este diámetro objetivo los que se van a cortar en la clara, además de algunos inclinados que inestabilizan la masa. A medio plazo se espera obtener un rodal de gran heterogeneidad estructural y diversidad específica (Nava de Ordunte, Valle de Mena).

3.3.6. Aprovechamientos frecuentes para gestionar la complejidad

3.3.6.1. **La frecuencia en las actuaciones acota la incertidumbre**

Cuando se trabaja con sistemas complejos, sujetos a incertidumbre intrínseca, las predicciones a largo plazo son siempre arriesgadas. La mejor forma de mejorar los resultados es progresando en el conocimiento del sistema en cuestión. Pero incluso para un nivel de conocimiento dado existen tácticas para incrementar el acierto de predicciones e intervenciones. Una que es de plena aplicación a los ecosistemas forestales es aumentar la frecuencia de las actuaciones, lo que en general se asocia con una disminución de su intensidad, aunque no siempre.

Algunas de las ventajas de intervenir con frecuencia cuando no se conoce plenamente la trayectoria futura del ecosistema son evidentes. En la medida de que un cierto ensayo y error es inevitable (es la base de la gestión adaptativa), actuar cada poco tiempo permite ir afinando las predicciones y depurando las actuaciones subsiguientes. El seguimiento continuo permite enmendar errores o introducir matices, y así se acumula experiencia con mayor rapidez y se facilita la adaptación ante circunstancias no previstas (Figura 3.3.23).

La menor intensidad que se asocia habitualmente a una mayor frecuencia es una aplicación del principio de precaución: si se trabaja con lo (parcialmente) desconocido, la prudencia indica que es mejor hacerlo con moderación; con el tiempo, si se observa una respuesta positiva de lo efectuado, existen más garantías a la hora de aumentar la intensidad, algo que debe ser gradual. Según el sistema de que se trate, existen ventajas particulares. Por ejemplo, en especies propensas a emitir brotes epicórmicos, si se persigue la producción de madera de calidad las reducciones de espesura deben ser frecuentes y muy moderadas (Figura 3.3.24).

El resultado de intervenir dos veces en un periodo de tiempo es diferente del que se obtiene con una sola intervención el doble de intensa (figuras 3.3.25 a 3.3.28). De hecho, cuando se sobrepasan ciertos umbrales, el resultado cambia radicalmente y no es fácilmente reconducible. Incluso la desviación puede ocasionar la imposibilidad de alcanzar los objetivos previstos.

Para conservar atributos ecológicos cualesquiera, es decir, para detener la sucesión en un punto que nos interese por cualquier motivo, cuanto más productiva sea la estación se hacen precisos eventos renovadores más intensos o frecuentes (figura renovación medio). Dado que en general se prefieren actuaciones moderadas, cuanto más productivo sea el medio más frecuentes deberán ser las actuaciones. Como límite a la moderación actúan entre otros los factores económicos: un aprovechamiento debe ser suficientemente intenso como para que se pueda pagar un precio razonable por su realización; y, si se trata de un trabajo, es normalmente más barata una actuación intensa que dos más suaves, aunque como se ha expuesto su efecto no es equivalente, e incluso en ocasiones difiere marcadamente.

Figura 3.3.23. Cuando la selvicultura no está asentada en un territorio, es mucho más probable que no se respeten las reglas mínimas de gestión de los ecosistemas forestales. Presiones de la propiedad, el miedo a riesgos de diverso tipo, u otras causas, llevan a acciones mal diseñadas y ejecutadas. Aquí se ha reducido drásticamente la espesura en dos bandas a ambos lados de la pista que cruza la repoblación, que en el resto continúa muy densa; los árboles remanentes, proclives a derribarse por el cambio súbito de densidad, presentan además excesivos daños debido a las operaciones de corta y desembosque. Es habitual que cuando la selvicultura no está desarrollada se acometan drásticas acciones en lugar de otras más suaves y aplicadas con frecuencia. En este caso, en un macizo objeto de numerosísimos estudios ecológicos y sometido a figuras de protección (Parque Nacional y Parque Natural de Sierra Nevada) que deberían garantizar un mejor manejo, pero donde la inexperiencia selvícola ha limitado mucho la mejora continua que deriva de las tácticas de ensayo y error (Laroles, Granada).

Figura 3.3.24. Foto 43867. Dieciocho años después de efectuar una clara por lo bajo e intensa, el resultado es una proliferación de brotes epicórmicos en un robledal que hubiese podido producir madera de la máxima calidad, pero no en los próximos dos siglos. Con especies que emiten brotes epicórmicos, las cortas deben ser especialmente cuidadosas, suaves y por lo alto (Nava de Ordunte, Valle de Mena).

Figura 3.3.25. Foto 47121. Aunque en las hayas la proliferación de brotes epicórmicos no es tan problemática como en robles, la clara intensa y por lo bajo, realizada dos décadas antes de tomarse la imagen, ha restado muchas posibilidades de conseguir madera de calidad en el futuro, sobre todo por la eliminación de pies de porvenir y también por el desarrollo de algunas ramas bajas. Se ha formado un estrato de hayas regeneradas, que no se deseaba con la clara efectuada, porque era la primera y no pretendía ser una corta de regeneración; algo en lo que finalmente se ha convertido. No obstante, la presencia de este subpiso de hayas regeneradas no constituye en sí mismo un problema: permite optar por adelantar el relevo generacional, y así por ejemplo aspirar a la producción de madera de calidad, en un bosque en que con la generación dominante actual existen pocas opciones de conseguir (Leciñana, Valle de Mena).

Figura 3.3.26. Foto 41050. Tras una intervención tan radical como la efectuada en este hayedo, hasta las hayas responden con una proliferación de brotes epicórmicos. También se observan muchos pies combados. Es el resultado de una brusca reducción de densidad después de que las hayas se hayan desarrollado en intensa competencia intraespecífica. En una sola corta se ha pasado de un rodal con gran potencial selvícola a uno en el que se ha eliminado toda posibilidad de conseguir madera de calidad en este ciclo de corta. En el suelo se observan plantas colonizadoras, impropias de un hayedo denso (Passo del Cerreto, Italia).

Figura 3.3.27. Foto 40860. Ecosistema, tratamiento y dinámica semejantes, pero en este caso, además de los efectos que se aprecian en la imagen anterior, se ha dado una proliferación de matorral de leguminosas en el sotobosque tras la intensa corta. También se observan en el subpiso cerezos, saúcos (*Sambucus racemosa*), sauces y jóvenes hayas, tanto brinzales como brotes de cepa. Todavía se aprecia, a través del excelente porte de algunas hayas, el elevado potencial de producir madera de calidad que tenía este bosque, malogrado por la corta efectuada (Canevare, Italia).

Figura 3.3.28. Foto 41393. Pinar aclarado muy intensamente (se cortaron más de la mitad de los pies en una sola intervención) y con zarzal en el sotobosque (Irús, Valle de Mena).

Figura 3.3.29. Foto 36793. Bajo el húmedo y templado clima cantábrico, tan propicio para el crecimiento de los árboles, es necesario un evento relativamente drástico cada pocos años para mantener el pastizal. Puede ser un desbroce, pastoreo intenso por ganado confinado o un incendio. Si no tiene lugar este evento, la pujanza de la vegetación leñosa embastece rápidamente el pastizal. Conocedores de este hecho, los ganaderos locales tradicionalmente han utilizado el fuego, en un contexto social y ecológico muy diferente del actual. Este contexto parecería que no hubiese cambiado en muchas zonas de Cantabria, en especial en el área pasiega, donde se sigue utilizando el fuego de forma generalizada. En esta imagen primaveral, resulta evidente que la acción reciente y repetida del fuego ha llegado a todos los rincones con excepción de las zonas de prados: a escala de detalle, se ven los restos de los tojos quemados, como en primer plano; a escala de paisaje todavía se aprecia un cierto tono negruzco (que desaparecerá en pocos días) entre el verde y, sobre todo, se observan procesos erosivos y cómo los árboles se encuentran confinados a las escasas áreas a resguardo del fuego, los prados básicamente (San Pedro del Romeral, Cantabria).

Figura 3.3.30. Foto 38234. Pastizal de alta montaña. Aunque con frecuencia se habla de “pastos naturales”, la presencia de alerces dispersos, con talla arbórea, deja pocas dudas de que en realidad estas laderas podrían estar cubiertas por el bosque. Aquí también es necesaria la acción de los eventos renovadores para conservar el pastizal, pero no se precisa ni la intensidad ni la frecuencia del anterior ejemplo. Un pastoreo extensivo es suficiente para controlar a medio plazo el avance de las leñosas (La Bollène-Vésubie, Francia).

3.3.6.2. **La necesidad de efectuar claras**

En las actuales circunstancias del Valle de Mena, y de la mayor parte de España, las claras son con mucha diferencia el tipo de intervención selvícola más adecuado, en gran variedad de circunstancias, para conseguir lo que se espera de los bosques: estos, tras el fin del sistema agrario tradicional hace medio siglo, se encuentran ahora en plena recuperación, y compuestos mayoritariamente por árboles relativamente jóvenes pero no tanto como para no ser rentable su aprovechamiento (latizales gruesos, fustales delgados). La idea es que, una vez conseguido un fuste limpio y recto hasta una altura objetivo (entre 5 y 10 metros) se debe disminuir la competencia para acelerar el crecimiento y mejorar la estabilidad y otros valores ecológicos y económicos, incluso recreativos.

La elección del momento de la primera clara es crítica: si se efectúa demasiado pronto, se malogran los efectos positivos de la competencia, entre otros aspectos en la conformación de los fustes y en la eliminación del matorral heliófilo. Si se espera excesivamente, se puede abocar al rodal a una situación de inestabilidad difícil de reconducir. Además, si se retrasa la clara, los pies tendrán copas más reducidas, lo que redunda en un menor crecimiento, en una respuesta más tardía a la liberación y en mayor propensión a emitir brotes epicórmicos (figuras 3.3.31 y 3.3.32); en bosques ubicados en pendientes elevadas, y sobre todo con ciertas especies como *Quercus pyrenaica*, los pies, sobre todo si están sometidos a gran competencia, tienden a perder la verticalidad, lo que exige intervenciones relativamente precoces (Figura 3.3.33). En definitiva, como en muchas otras decisiones ecológicas o selvícolas, es necesario ponderar ventajas e inconvenientes para adoptar la mejor opción (Figura 3.3.34).

Según lo expuesto, las claras deben constituirse en el principal instrumento de manejo en los bosques meneses, con muy pocas excepciones. Puede ser preferible la corta a hecho en algunos pequeños rodales de *Pinus radiata* que sean muy viejos para los estándares habituales (más de 60 años), en el caso de que exista un grave riesgo de derribo masivo. Mucho más frecuente será el caso de que las claras tengan a la vez un cierto carácter de cortas de regeneración, por cortarse pies de gran tamaño que estimulen la emergencia de nuevos árboles. En función del objetivo prioritario, según este sea dar más espacio vegetativo a los pies remanentes (más o menos coetáneos con el cortado) o estimular la regeneración o su desarrollo, la corta debería calificarse como clara o como corta de regeneración. En todo caso, esta es una cuestión terminológica a la que no se va a dar mayor importancia en este texto, y la expresión claras se aplicará también a cortas en las que se da todo un gradiente con las cortas de regeneración, con las entresacas en particular.

El empleo generalizado del término clara tiene un trasfondo ideológico relacionado con la mencionada idea de que en la gestión de sistemas complejos es conveniente aplicar una cierta dosis de oportunismo. Por supuesto, cuando se corta un pie es preciso evaluar la repercusión de esta acción y estimar si se va a producir o no regeneración. Pero, en el modo de gestión que aquí se explica, esta no es en muchos casos una cuestión trascendental: si la regeneración aparece, y tiene unas características adecuadas (sobre todo por especie, pero también por otros atributos como el vigor o la densidad), se aprovecha; si no aparece, se espera que lo haga en un futuro, salvo que exista una gran densidad de fitófagos, lo que exige tomar medidas para disminuirla (figura... foto 50614). Esta forma de proceder supone una ruptura muy radical con las antiguas concepciones selvícolas, en las que se otorga un gran peso al carácter de bosque regular o irregular: aquí este asunto es totalmente secundario, lo que explica que la aparición de la regeneración sea siempre percibida como una ventaja, al ampliar las posibilidades de futuro; algo que se aprovecha gracias a no partir de una idea predeterminada acerca de la irregularidad. Además del oportunismo esta cuestión terminológica también tiene que ver con el carácter multifuncional y multiobjetivo que se da a las intervenciones y a la gestión: incluso una acción elemental como es la corta de un árbol se ejecuta para cumplir a la vez varias finalidades, como son favorecer el crecimiento de otros pies y estimular la regeneración.

Las claras suponen el aprovechamiento de un recurso renovable, y correctamente diseñadas y ejecutadas son el instrumento para cumplir muchos objetivos económicos y de conservación. Estos objetivos se alcanzan a través de la promoción del desarrollo de las especies y los individuos existentes. A medio y largo plazo, la aplicación de un régimen de claras permite generar condiciones adecuadas a la regeneración e instalación de las distintas especies. Dos factores son cruciales en este sentido: al proporcionar más espacio vegetativo para los pies remanentes, las claras provocan la conformación de grandes copas que producen más semillas; y, cuando se cortan pies de gran tamaño, el hueco generado, incluso por un solo árbol, es suficiente para estimular los procesos de regeneración, hasta de especies intolerantes (figuras 3.3.35 y 3.3.36).

Las claras ayudan a prevenir derribos en masa y, al mejorar el vigor de los pies remanentes, aumentan la resistencia frente a diversos eventos, como climáticos o plagas y enfermedades. Por otra parte, respecto al riesgo de incendios, el matorral heliófilo, una vez eliminado en la fase de expulsión, no retorna salvo que se abra drásticamente la cubierta; y la obtención de ingresos por aprovechamiento de madera supone un importante acicate para que las poblaciones locales valoren el bosque más positivamente y sean más cuidadosos en el manejo del fuego.

Si no se efectúan claras selectivas a su favor, muchos árboles de calidad morirán por la concurrencia con otros más dominantes que en general serán más ramosos y de menos calidad. Esta es una tendencia espontánea contra la que debe actuar la selvicultura, que normalmente debe favorecer pies vigorosos pero no a los que han tomado una excesiva ventaja inicial (Figura 3.3.37).

En las actuales circunstancias de mercado, incluso las primeras claras proporcionan dinero a las entidades de propietarias. Las primeras claras tienen una importancia decisiva, no solo porque si se ejecutan mal pueden arruinar el futuro del rodal, sino también porque en ellas se organiza la red de desembosque, que debe ser permanente tanto en las pistas como en las calles. En montes que no disponen de una red viaria suficientemente desarrollada, esta debe completarse con ocasión de la primera clara, lo que en muchos casos supone una inversión muy costosa. Incluso en estos casos, relativamente frecuentes en el Valle de Mena, durante el último quinquenio, con el precio al alza de la madera de trituración y de la leña, las primeras claras han sido suficientemente rentables como para pagar los nuevos viales y restar todavía para el propietario más de la mitad del valor de la madera pagado por el rematante; y esto a veces en condiciones orográficas y geológicas muy difíciles, que han obligado a importantes inversiones (ver la figura… de la Foto 46881).

Figura 3.3.31. Los pies con copas más reducidas tienen mucha mayor propensión a emitir brotes epicórmicos. Esto se observa bien en este hayedo con gran competencia entre los pies: todos los pies con el tronco cubierto de brotes son individuos dominados, sin apenas copa. No obstante, no todos los pies dominados presentan brotes epicórmicos. Esta circunstancia de que los pies con menos copa tienden a echar más brotes epicórmicos obliga a intervenciones muy suaves cuando los pies de porvenir no son dominantes (Ra Nov, Rumanía).

Figura 3.3.32. Roble con una amplia copa que ha logrado permanecer indemne en el borde de un derribo que ha afectado a varias hectáreas. Se pretende aplicar una selvicultura que permita el desarrollo de árboles como el de la imagen, mucho más resistentes que la mayoría de los actuales frente a vendavales y otros eventos, además de reunir unas condiciones magníficas para producir madera de gran calidad y muy valorada por el mercado. Pies que, por otra parte, son muy apreciados por los paseantes y por una gran variedad de animales silvestres (Gijano, Valle de Mena).

Figura 3.3.33. En las laderas, los árboles con escaso control apical, como son en general las frondosas, y especialmente *Quercus pyrenaica*, tienden a inclinarse a favor de la pendiente. Si los árboles ubicados más arriba se inclinan, fuerzan a los ubicados más abajo a hacer lo mismo, huyendo de su concurrencia, en un efecto dominó. Para evitar esta situación en rodales proclives a ella se debe actuar de forma temprana, incluso mediante clareos, a favor de los pies que tienden a mantener la verticalidad (Noceda, León).

Figura 3.3.34. Repoblación de pino silvestre en el que se efectuó hace 20 años una primera clara excesivamente intensa. Y sin marcar, como era la norma no escrita en la época: la empresa adjudicataria cortaba los pies con teórica sujeción a un pliego de condiciones que imponía la corta de los pies dominados y de los peor conformados. En algunas zonas, como en la de la imagen, la clara permitió que el brezo, decadente bajo los pinos, se revitalizara, persistiendo como un estrato en el sotobosque y prolongando en el tiempo el riesgo de incendios. Si se hubiese esperado más tiempo para ejecutar la clara se habría permitido culminar de forma más completa la fase de expulsión; pero en la masa otros rodales debían de ser más densos y al final la continuidad de las operaciones, y la falta de un señalamiento específico, impusieron una cierta homogeneidad en la forma de realización de la clara (Villasur de Herreros, Burgos).

Figura 3.3.35. La corta en el robledal, en la que se extraen pies de gran tamaño, como el que aquí se aprecia en primer término. Este tipo de cortas debería inducir la instalación de regeneración de roble, de forma que sería a la vez una clara y una corta de regeneración. Pero la realidad es que la regeneración no se produce, debido a la excesiva presión de ciervo, que queda patente en la imagen por el aspecto recomido y maltrecho del madroño. El carácter de la corta no se define solo por la forma de hacerla y por los objetivos perseguidos, sino también por los resultados (Gijano, Valle de Mena).

Figura 3.3.36. La corta de un gran pino (*P. radiata*) ha liberado una gran cantidad de espacio vegetativo que será aprovechado por los rebollos existentes y por la regeneración que eventualmente surja. En este caso, la clara favorece el relevo generacional implicando al menos a dos especies diferentes: además de las frondosas también es posible que nuevos individuos de *Pinus radiata* se beneficien del espacio ahora disponible (Hornes, Valle de Mena).

Figura 3.3.37. En el centro de la imagen, en primer término, se ve pino marcado como de porvenir, que no es muy vigoroso y que sobrevive al lado de otro que a pesar de haber sido plantado a la vez tiene un tamaño muy superior, debido a que crece con mucho más vigor y ocupa mucho más espacio vegetativo, pero que está mucho peor conformado desde el punto de vista de la producción de madera de calidad. Está previsto cortar el pie dominante, puesto que es el que más compite con el pie designado como de porvenir (San Adrián de Juarros, Burgos).

3.3.6.3. **Frecuencia de las claras**

En la actual situación de los montes en el Valle de Mena, los árboles de calidad en general no alcanzan el diámetro deseado para su aprovechamiento. En estas circunstancias, las claras son la principal intervención prevista y por eso se van a desarrollar más extensamente.

En general, salvo estaciones especialmente pobres, la mayoría de los bosques del norte de Burgos reaccionan con rapidez a las claras: si las claras son suaves, los árboles remanentes ocupan con rapidez el espacio vegetativo liberado, cerrando el dosel en pocos años, incluso en un solo año en el caso de hayedos. Lógicamente, cuanto más intensas son las claras más tiempo le cuesta al bosque cerrar de nuevo el dosel; y de hecho la relación no es lineal, sino que proporcionalmente le cuesta más cerrar cuanto más abierto ha quedado el dosel (Figura 3.3.38).

Para la mayor parte de los bosques del norte de Burgos se estima un periodo de rotación de claras comprendido entre 3 y 12 años, con la moda en 8 años. En el Valle de Mena los bosques son más productivos gracias a unas más benignas condiciones climáticas, por lo que el periodo medio se puede reducir a 6-7 años (figuras 3.3.39 a 3.3.42).

Cuando se aplica un régimen de claras frecuentes raramente tiene sentido esperar a que los precios mejoren: lo que se pierde en producción de madera de calidad supera el supuesto incremento de precio, que por otra parte siempre es incierto. Si se trabaja con árboles delgados y por tanto de valor no muy elevado esto es muy evidente. Las dudas pueden surgir cuando en las claras es necesario cortar árboles de considerable diámetro aunque su calidad no sea muy elevada. En general estos casos tampoco justifican la disminución de la frecuencia de claras, aunque es posible que se pueda esperar a la corta de los gruesos pies que no comprometan severamente la supervivencia o conformación de los de porvenir, con la esperanza de que los precios mejoren. Existe otro motivo para demorar la corta de los pies más gruesos y mal conformados, aunque la clara sea por lo alto: si el árbol de porvenir tiene una copa reducida, puede ser conveniente aumentar de una forma progresiva y no brusca el espacio vegetativo que tiene disponible; esta precaución se debe aplicar de forma especialmente cuidadosa si los pies de porvenir son *Quercus* en los que se desea obtener madera de calidad.

Figura 3.3.38. Evolución del cierre de dosel tras una clara en el robledal de Monte Hijedo (Burgos). Las imágenes corresponden a los años 2005 (superior), recién concluido el aprovechamiento, y 2009 (inferior). En la imagen del año 2005 se ve una fracción elevada del suelo bajo el bosque (exactamente un tercio), en el que ha proliferado la hierba seca; algo que no ocurre en este monte cuando el dosel está cerrado. A pesar de que se trató de una intervención intensa, y con calles cada 16 metros por las que transitaba una procesadora, se observa la rápida recuperación de las copas, que se han expandido en los espacios disponibles. No obstante, esta recuperación, y la del crecimiento en volumen del rodal, hubiesen sido notablemente más rápidas con las intensidades de clara que en esta tesis se preconizan, que para este bosque serían del 15% de corta sobre el volumen en pie; esta baja intensidad de corta, si es necesario abrir calles de desembosque (como es el caso), implicaría que solo se cortarían las calles, que es lo que se hace actualmente en las claras de este monte y en general en los robledales del norte de Burgos. La diferente

inclinación del sol en las dos imágenes tiende a reforzar la impresión del rápido cierre, que en todo caso es cuantificable: la fracción de cabida cubierta ha pasado del 67% a casi el 80%.

Figura 3.3.39. Foto 44064. Clara en pinar de *P. radiata*. Se estima que la siguiente clara se realizará en 5 años. El crecimiento tan rápido de este pino hace pensar que una vez transcurrido ese periodo la competencia entre los pies remanentes será intensa (Hornes, Valle de Mena).

Figura 3.3.40. Foto 50610. Reciente corta de entresaca en robledal de *Quercus petraea*; todavía se ven trozas apiladas en la parte alta del rodal, debido a que no ha concluido el desembosque. A pesar de que el crecimiento de esta especie es notablemente más lento que el de *Pinus radiata*, la intervención mucho más suave (se han cortado menos del 10% de los pies) permite un periodo de vuelta semejante al caso del pinar, del orden de un quinquenio (Gijano, Valle de Mena).

Figura 3.3.41. Foto 50057. Cuanto mayor es la calidad de estación, la de los productos obtenidos y más fácil la explotación, más corto puede ser el periodo entre cortas. Aquí se han efectuado 4 claras en tan solo 11 años. Las hayas se desarrollan como regeneración anticipada bajo un pinar repoblado hace 110 años, aunque las hayas de futuro crecen con tal vigor que ya forman parte del dosel superior. Se ha aplicado esta selvicultura tan dinámica a pesar de que el suelo es arenoso y pobre, lo que conlleva un crecimiento del orden de la mitad que si se tratase de una estación fértil: 6,5 m^3/ha.año aquí, frente a los 12 que se producen en la misma zona cuando la fertilidad es alta (como la de la figura... Blieskastel). Aún así, las intervenciones se han efectuado mediante cortas comerciales; indudablemente, el relieve suave y los magníficos accesos son decisivos (Bann, Alemania).

Figura 3.3.42. Foto 51496. En sentido contrario, en montes de difícil explotación, bajo precio de la madera y lento crecimiento puede ser conveniente aumentar la intensidad y dilatar el periodo entre claras, aunque generalmente no tanto como es habitual en España. Este quejigar se asienta sobre una ladera caliza con muy escaso suelo; una situación muy común en los montes de Burgos. El crecimiento es muy lento y los pies se tienden a puntisecar a alturas modestas, denotando la baja calidad de estación. Las condiciones de explotación, aunque la pendiente no es muy elevada, son muy dificultosas, sobre todo debido a la dura, ubicua y superficial roca. Con el tiempo los pies llegan a alcanzar un diámetro que permite el desarrollo de cortas comerciales, pero estas no pueden ser frecuentes: selvícolamente sería mejor la moderación en las intervenciones, pero en todo caso, la necesidad de un mínimo de

volumen cortado para rentabilizar las operaciones y el lento desarrollo de los árboles, hace que el periodo de retorno entre claras sea relativamente largo, no menos de 12 años (Moradillo del Castillo, Burgos).

3.3.6.4. **Intensidad de las claras**

La frecuencia de las claras se combina con su intensidad para formar la dosificación con que se aplican estas intervenciones selvícolas. La intensidad de las claras está inversamente relacionada con su frecuencia: para un mismo nivel de existencias, cuanto más frecuentes sean las cortas menos intensas deberán ser. Lógicamente, no se tiene que cumplir la premisa de lograr el mismo nivel de volumen en pie. La combinación de claras frecuentes e intensas apenas se ha practicado en España, salvo quizá en algunos pinares vizcaínos de *P. radiata*. Sí existen más ejemplos de intervenciones poco frecuentes y no muy intensas, lo que ha conducido a bosques con gran acumulación de existencias. Una opción habitual han sido claras fuertes y espaciadas en el tiempo. Y otra, demasiado extendida, ha sido la de no hacer claras en absoluto, o casi.

Salvo que se persigan objetivos muy específicos, en general desde un punto de vista selvícola interesan claras muy suaves, por una serie de motivos:

- Mantenimiento del microclima forestal. Las condiciones ideales para el desarrollo de las plantas se alcanzan si no sufren los efectos adversos de la concurrencia pero sí sus beneficios: en general todas las especies prefieren el resguardo frente a las inclemencias meteorológicas, como una insolación, sequedad o viento excesivos; en lo que difieren es en la tolerancia a la restricción en el espacio vegetativo que representa la cercanía de otras plantas. Ese difícil equilibrio entre proximidad que da protección y que quita recursos se consiguen con más facilidad mediante cortas puntuales que eliminan concurrencia pero mantienen la protección lateral (Figura 3.3.43).
- Se previene una gran variedad de daños en los pies remanentes: desarraigos, roturas de tronco, escaldaduras solares, desecación, etc. (Figura 3.3.44).
- Anillos de tamaño semejante. Esta característica se valora especialmente en algunas especies, como los robles, en los que se aprecia su finura y regularidad.
- El desarrollo progresivo de la copa, liberándola sin brusquedades, favorece la conformación de fustes limpios, sin brotes epicórmicos (figuras 3.3.45 a 3.3.47).
- Se evita la proliferación de vegetación heliófila, que con frecuencia es también pirófita.

La rentabilidad económica obliga a una mínima intensidad, en un umbral que depende de las precisas condiciones del lote (accesibilidad, valor de la madera, extensión…). En general, con madera de baja calidad y condiciones de desembosque medias, se puede cifrar en 15m^3/ha la intensidad de corta más baja que permite la rentabilidad de las operaciones (Figura 3.3.48). Pero en realidad esta cifra depende mucho de la superficie de corta: si esta es grande el volumen por hectárea puede ser más bajo. También de la calidad de los pies: si es muy elevada la corta compensa con muy pocos ejemplares.

No sólo los imperativos económicos obligan a cierta intensidad de corta. La consecución de ciertos objetivos también la requiere. Por ejemplo, si se pretende provocar la instalación de regeneración, es necesario cortar más que en una clara que no persiga ese objetivo, y más cuanto más intolerantes sean las especies cuya regeneración se desee (Figura 3.3.49). Incluso en este caso lo decisivo es la combinación de intensidad y frecuencia: se puede lograr la instalación de especies intolerantes, aunque convivan con otras más tolerantes, con cortas no muy intensas pero sí muy frecuentes (Figura 3.3.50).

Figura 3.3.43. Incluso en el húmedo Valle de Mena la protección microclimática y el cambio progresivo en las condiciones del dosel resultan esenciales. Los acebos de la imagen se desarrollaron bajo un pinar de *P. radiata*. Cuando este se cortó a hecho, los acebos sufrieron un brusco cambio de condiciones, con exposición directa a los factores meteorológicos, que provocó su puntisecazo masivo. Más de una década después de la drástica intervención, los acebos todavía no han recuperado la talla previa (Hornes, Valle de Mena).

Figura 3.3.44. La probabilidad de que acaezcan derribos masivos aumenta en los años inmediatos tras la clara. Si esta además ha sido intensa, las opciones son mayores, es más fácil que "toque la lotería caótica": ni la intensidad elevada conlleva inevitablemente los derribos ni la suavidad de las actuaciones garantiza la ausencia de daños, pero es evidente que las probabilidades de ocurrencia son diferentes según la predisposición del ecosistema (Morgovejo, León).

Figura 3.3.45. Magnífico rebollar, de unos 20 metros de altura dominante, en el que se ha efectuado un tratamiento selvícola que ha consistido en un clareo por lo bajo e intenso (se han cortado más de la mitad de los pies), y una poda de los árboles remanentes. Estaba previsto efectuar también el desbroce, como es habitual, pero apenas había matorral. Se observa cómo los pies se habían desarrollado en elevada competencia, por su esbeltez y por la estrechez de sus copas (Folgoso de la Ribera, León).

Figura 3.3.46. Aunque parezca increíble, este rodal es el mismo de la imagen anterior, cuatro años después de haberse finalizado el tratamiento selvícola. Se observa la emisión masiva de brotes epicórmicos, consecuencia del tipo de clareo efectuado en un rodal dominado por individuos con copas comprimidas y bruscamente liberadas. También ha habido rebrote de las cepas de rebollo cortadas. Además se ha desarrollado un denso estrato de matas leguminosas (*Cytisus multiflorus*, *Cytisus scoparius* y *Genista falcata*); su regeneración se ha visto favorecida por la brusca llegada de luz al suelo y por la remoción causada por el tránsito de la maquinaria que retiró la leña generada. Una de las justificaciones del tratamiento, que costó dinero público, era la prevención de incendios. En este sentido, el resultado no ha podido ser más contraproducente, pues se ha pasado de una estructura en la que la propagación del fuego era extremadamente difícil a otra en la que la presencia de matas, de brotes de cepa y de hojas a lo largo de los troncos favorecen la

propagación de incendios destructivos. Aunque en un ecosistema muy diferente, el proceso es semejante al representado en la figura… (foto 40860, de hayedo en Italia) (Folgoso de la Ribera, León).

Figura 3.3.47. Una opción para aumentar la intensidad puntual de corta a favor de un pie de porvenir, previniendo a la vez que este desarrolle brotes epicórmicos, es cortar a cierta altura sobre el suelo para que se formen trasmochos, que con su follaje limiten la llegada de luz al tronco del árbol de futuro. La operación es barata cuando se realiza con procesadora. En el rebollar de la imagen se ve el pie de porvenir marcado con pintura roja y cinco pies trasmochados a su alrededor. Hasta que se desarrolle el follaje de los trasmochos es probable que el pie de porvenir desarrolle brotes en su tronco, pero estos se podrían podar cuando la cubierta a su altura esté desarrollada: se trata de una alternativa en dos fases, que acelera mucho el crecimiento pero exige una posterior inversión; es una salida cuando los rebollos a promocionar no tienen una amplia copa (San Martín de Valdetuéjar, León).

Figura 3.3.48. Cuando la rentabilidad económica no limita, se pueden aplicar intensidades muy bajas. Existe una técnica selvícola con la que la liberación de espacio es incluso menor que con la corta de un árbol individual: su anillado. En este rodal dominado por robles con algunas hayas el tratamiento selvícola efectuado ha consistido solamente en anillar unos pocos pies que competían con los designados como de porvenir (Valdeón, León).

Figura 3.3.49. En ciertos lugares y momentos, y para ciertos objetivos, una corta intensa puede producir magníficos resultados. Aquí la corta en el pinar (*P. nigra* y P. *pinaster*) ha dado lugar a una vigorosa regeneración de pinos de las dos especies, que se han añadido a la preexistente regeneración anticipada de frondosas, permitiendo así un amplio abanico de opciones de futuro (Vizzavona, Francia).

Figura 3.3.50. En tan solo 11 años se han efectuado 4 claras, todas selectivas a favor de los pies de porvenir, de los que el haya marcada es una muestra; se trata del mismo rodal que el de las figuras…. Al repetir las cortas cada tan poco tiempo, se ha desencadenado una profusa regeneración de pino a pesar del ambiente nemoral. Es una prueba de que la regeneración de especies de luz se puede conseguir también con cortas moderadas, a condición de que se repitan con la suficiente frecuencia. Lógicamente, estos pinos tienen pocas opciones de desarrollarse salvo que se corte el haya de futuro (Bann, Alemania).

3.3.6.5. **Criterios para elegir los pies a cortar**

En las cortas, además de la intensidad y frecuencia, es necesario fijar los criterios que se aplican para decidir los pies que se van a cortar.

Durante el sistema agrario tradicional, se cortaba en general escogiendo los árboles que mejor servían para cumplir las funciones que se necesitaban. Las funciones constructivas demandaban características muy precisas, pero como leña o para producir carbón vegetal servían todos los pies. Eso sí, siempre era más fácil trabajar con pies rectos y con escasos nudos.

La selección "en negativo" es la que más han aplicado los forestales en España, y la más empleada en general en las últimas décadas. Se basa en eliminar los pies peor conformados, inclinados, enfermos, debilitados, etc. (Figura 3.3.51). Es una selvicultura fácil de entender: "quitar lo malo". Lo que tiene la ventaja de que se opone radicalmente a los sistemas de floreo que han llevado a la ruina selvícola a muchos bosques, a través de la corta de los mejores pies. Pero la selvicultura "en negativo" tiene algunos graves inconvenientes:

- Promueve la homogeneización de los bosques, al eliminar los pies que no se corresponden con el arquetipo.
- No optimiza el desarrollo de los pies de porvenir, que son los que más potencial tienen para producir el recurso buscado; en muchos casos, madera de calidad, pero que pueden ser bellotas dulces u otro cualquiera.
- Perjudica especialmente el objetivo de producir madera de calidad en robles, o en general en cualquier árbol en el que se pretendan evitar brotes en su tronco, ya que para prevenirlos es fundamental mantener los pies dominados, y más todavía la regeneración anticipada de árboles tolerantes, o incluso un sotobosque de arbustos de al menos dos metros de altura. En la figura… se aprecian los efectos de este tipo de selección en un robledal (Foto 43867).

La selección "en positivo" se inicia con un proceso contrario al descrito anteriormente: con la selección de los árboles que tienen más potencial para producir el recurso deseado, que puede ser madera, frutos, corcho, resina, paisaje, resistencia al viento o frente a otros riesgos, o cualquier otro. Estos pies de futuro no tienen por qué ser muy numerosos: si a través de claras selectivas se les va dando espacio, sus copas se pueden desarrollar mucho, hasta superar los 20 m de diámetro con hayas o robles en las mejores estaciones, tal y como muestran algunos pies en los rodales con frondosas de mayor tamaño en Mena, sobre todo en los montes de Ordunte (en concreto en Hornes, Ribota, Nava y Tres Concejos). Con la mayoría de las especies de frondosas, y en estaciones de calidad media, 50 pies por hectárea son suficientes para ocupar todo el terreno; en lugares de calidad de estación excepcional solo 25 árboles de las especies adecuadas (en Mena, varias especies frondosas caducifolias: al menos *Quercus robur*, *Q. petraea*, *Fagus sylvatica*; probablemente también *Tilia spp.*, *Fraxinus excelsior*, *Castanea sativa*, *Acer pseudoplatanus*) son capaces de cubrir una hectárea; en terrenos pobres, climas duros o con especies de copa estrecha (la mayoría de las coníferas, frondosas que no alcanzan gran tamaño, como los *Sorbus*), puede ser conveniente seleccionar más pies, del orden de la centena por hectárea. Posteriormente se eligen los pies que es necesario cortar para favorecer el pie de porvenir. Puede ocurrir que no sea necesario cortar ninguno o varios, según las circunstancias concretas de cada caso.

La selección positiva es la más adecuada para conseguir madera de alta calidad, y más cuanto mayor es el valor que potencialmente se podría obtener. Así, los robles tienen un enorme potencial de incrementar su valor en función de su calidad, hasta llegar a precios tan increíbles en España como 3.000 euros/m^3, que se alcanzan en Francia y Alemania para los mejores robles con destino a chapa a la plana; como referencia para comparar, los robles para sierra de baja calidad se pagan a 65 euros/m^3, tanto en Centroeuropa como en el norte de Burgos. Sin llegar a los valores de los robles, los pinos silvestres de gran calidad también son muy apreciados. Unos pocos pies excelentes pueden tener un valor superior a toda una hectárea de pies mediocres. Este es el fundamento último de la selección positiva: buscar la máxima calidad del producto. La selvicultura Q+D, que se explica someramente con posterioridad (apartado 3.3.7.4), ilustra perfectamente esta idea respecto a la madera de calidad, con una concepción y ejecución que supone llevarla al extremo. Pero también se puede utilizar para la producción en cantidad; por ejemplo, la selección de los pies que más madera, bellotas, corcho o resina producen. Y también sirve para maximizar a

la vez calidad y cantidad: más bellotas y más dulces sería un objetivo fácil de alcanzar mediante selección positiva.

Otro concepto ayuda a caracterizar el tipo de cortas: la división entre cortas por lo alto y por lo bajo. Las cortas por lo alto actúan básicamente eliminando pies dominantes y codominantes, mientras que las cortas por lo bajo inciden más en los pies dominados. Este carácter guarda algunas relaciones con la selección positiva o negativa. En general, la selección negativa incluye alguna componente de corta por lo bajo, pues es habitual que si un pie está dominado acabe siendo conceptuado como “malo”. De hecho, en España, de forma muy frecuente se han confundido las cortas por lo bajo con la selección negativa, aunque esto no es correcto: en muchos casos los pies peor conformados son los dominantes.

Las cortas por lo bajo presentan ventajas e inconvenientes. Entre las primeras se encuentra el motivo que las ha hecho tan populares en España: es muy fácil de entender la idea de que se cortan los pies dominados, que se interpretan como peores. Es una forma muy evidente de agudizar el contraste con las cortas de floreo, la extracción de los mayores y mejores pies, que tan extendida estuvo en los montes españoles; habida cuenta de la ruina a la que ha llevado a muchos bosques el floreo reiteradamente aplicado, ese contraste es una forma de mostrar que las cortas por lo bajo son "la selvicultura correcta". Una ventaja práctica es que, al eliminar más pies para un mismo volumen se facilitan las operaciones de corta y desembosque, que para un mismo esmero causan menos daños. Otra es que, al mantener los pies dominantes se previenen fenómenos de derribos.

Entre los inconvenientes de las cortas por lo bajo habría que citar la homogeneización que promueven. Por ejemplo, respecto a la ventaja de los derribos, actúa como contrapeso: aunque a corto plazo quitar pies dominados apenas incrementa la inestabilidad, a medio y largo plazo la regularidad resulta negativa. Otro inconveniente afecta a las operaciones de señalamiento: es necesario marcar muchos más pies para un mismo volumen. Lo mismo cabría mencionar respecto a la corta y el desembosque, que se encarecen, sobre todo cuando se trabaja arrastrando troncos en terrenos de montaña. Otra desventaja es que, si se cortan pocos pies, el efecto selvícola es muy reducido, pero si se cortan muchos puede darse repercusiones indeseables de muchos tipos: proliferación del sotobosque, de brotes epicórmicos, derribos, etc. (ver figuras... Folgoso anterior y Arceo). Quizá el mayor inconveniente de las cortas por lo bajo estrictas es que, al fijar un criterio de tamaño, no promueven la calidad (Figura 3.3.52).

En teoría, si los pies mejor conformados fuesen los dominantes, las cortas por lo bajo serían una alternativa adecuada, aunque raramente la que más. En los lugares de Europa con una selvicultura más desarrollada, donde el ciclo selvícola se inicia con una densa regeneración que se va guiando desde momentos tempranos, mediante la promoción de los mejores pies, es frecuente que se llegue al periodo de claras con los árboles de porvenir convertidos en dominantes. Pero, desgraciadamente, en España la situación más común es la contraria: el tradicional floreo y lo limitado de la cultura forestal han llevado a bosques en los que con frecuencia los pies que dominan son los peor conformados, con tres orígenes frecuentes:

- Árboles "lobo" en rodales coetáneos. Son los que han presentado un crecimiento inicial más rápido. Al ocupar desde el inicio más espacio vegetativo han desarrollado gruesas ramas (Figura 3.3.53).
- Pies colonizadores, que se han instalado antes que los que los rodean. Son muy comunes en el estadio de reconstitución, en el que se encuentra el Valle de Mena (según se ha mostrado en el capítulo 2) y el conjunto de España (Figura 3.3.54).
- Viejos pies remanentes de generaciones que fueron diezmadas mediante cortas de floreo. Estos supervivientes lo son gracias a que la calidad de su madera no era adecuada para el aprovechamiento comercial.

En estas circunstancias, las cortas por lo bajo, a pesar de su difusión, no parecen una buena alternativa con carácter general para los bosques españoles.

En el caso de que los pies de porvenir sean robles, o en general especies con propensión a emitir brotes epicórmicos, la selección positiva y las claras por lo alto son imprescindibles para producir madera de calidad (Figura 3.3.55). Cuando, además, los árboles de futuro no son dominantes o en general no tienen una copa bien desarrollada, es necesario actuar de forma especialmente suave, lo que puede obligar a cortar pies codominantes, al menos en la primera clara; una vez que su copa se ha desarrollado ya se puede actuar de forma más intensa y más nítidamente por lo alto (Figura 3.3.56).

Para una misma intensidad de corta, es decir, para un mismo volumen cortado, la apariencia del bosque en el que se han efectuado cortas por lo alto es de que se ha actuado menos que si ese volumen ha sido cortado por lo bajo. Esto está motivado porque en la conformación de la impresión subjetiva de densidad influye más el número de pies que el volumen (Figura 3.3.57).

Figura 3.3.51. Foto 10838. Clara en rebollar. Se han cortado más de la mitad de los pies, apeando selectivamente los dominados y mal conformados. Aunque los pies no se han marcado previamente, se ha conseguido el resultado perseguido: el aspecto del rebollar se considera que ha mejorado mucho; pero más bien se ha homogeneizado y el trabajo efectuado no es el mejor para la producción de madera de calidad (Folgoso de la Ribera, León).

Figura 3.3.52. Foto 45956. La imagen resume algunas de las consecuencias negativas de las cortas por lo bajo: los pies remanentes, que son los más gruesos, son además los peor conformados; además en parte de ellos proliferan los brotes epicórmicos; el sotobosque ha proliferado aprovechando el espacio dejado por los pequeños árboles cortados, de forma que se ha vuelto intransitable. Se trata de un quejigar-hayedo (Arceo, Valle de Mena)

Figura 3.3.53. Foto 45892. En rodales coetáneos, como el de la imagen, raramente los pies gruesos son los mejor conformados: como en general han ocupado más espacio vegetativo desde jóvenes, han desarrollado ramas más gruesas que deprecian la calidad de la madera. Se ven varios pinos silvestres marcados con pintura como pies de porvenir. Tienden a ser intermedios en diámetro, puesto que los gruesos habitualmente son más ramosos y los muy delgados inestables (San Adrián de Juarros, Burgos).

Figura 3.3.54. Foto 50766. En la dinámica de profundo cambio que caracteriza el norte de Burgos, y en general toda España, la densificación de las masas ha llevado a que, con frecuencia, los árboles más gruesos pertenezcan a una generación anterior a la dominante, y sean muy ramosos y mal conformados en cuanto a la calidad de su madera. Es difícil encontrar en los bosques ibéricos árboles de gran tamaño y a la vez gran calidad de madera: los que la tenían fueron cortados hace décadas; sobre todo en las masas espontáneas, los pies mejor conformados son casi siempre jóvenes. Esta situación es muy diferente en los países centroeuropeos con más tradición selvícola, donde sí se encuentran pies gruesos y de excelente calidad. En la imagen se ven viejos pinos silvestres dispersos en un hayedo, mostrando con su porte que crecieron en unas condiciones muy diferentes a las actuales, con mucha menos concurrencia. En este caso, además de volverse más denso el rodal ha visto como cambiaba su composición específica, al pasar del dominio del pino silvestre al del haya (Robredo de Losa, Burgos).

Figura 3.3.55. Foto 51278. Clara por lo alto en rebollar con cierta abundancia de roble (*Q. petraea*). Se observa cómo se han apeado, de forma selectiva, pocos pies pero dominantes. Se pretende respetar al máximo posible tanto los pies codominantes, como los dominados y la regeneración anticipada, sea de la especie que sea; con todo ello se espera evitar o al menos limitar la proliferación de brotes epicórmicos, a los que tan proclives son los rebollos. Para lograr los objetivos perseguidos es necesario extremar los cuidados en las operaciones de corta y desembosque (Quintanilla de Sotoscueva, Burgos).

Figura 3.3.56. Foto 35189. Cuando se actúa a favor de robles de porvenir con la copa estrecha las claras deben ser especialmente suaves. En este caso se trata de un tratamiento precomercial en el que solo se han cortado puntualmente pies que compiten con los seleccionados como de porvenir, unos 100 por hectárea. De esta forma, en el momento de ejecutar la primera clara los árboles de futuro ya tendrán una copa un poco más desarrollada y se prevendrá el desarrollo de brotes epicórmicos. En la medida en que los pies a favorecer tengan una copa más amplia, esto permite más margen de actuación: desde claras muy suaves hasta intensas, al menos puntualmente alrededor de los pies elegidos. Una forma de conseguir una ampliación progresiva de la copa es cortando no el pie que más compite con el de porvenir, sino uno que lo hace menos; posteriormente, cuando se considere que la copa ya está suficientemente desarrollada, se podrá cortar ese pie que es el mayor competidor. Esta forma de trabajar solo es posible con intervenciones suaves y frecuentes (Valdecastillo, León).

Figura 3.3.57. Foto 50612. Robledal en el que se ha efectuado una clara unos meses antes de tomarse la imagen, en el mismo año. El aspecto del rodal es como si no se hubiese cortado, pero el efecto selvícola de la intervención ha sido decisivo, porque se han extraído los pies que más competían con los de porvenir. Incluso a veces localmente se critica "que no se ha hecho nada", lo que debe tomarse más bien como una alabanza por lo que representa de escaso impacto. En bosques frondosos, en cuanto brota la hoja la corta solo se aprecia por los tocones o los troncos en el suelo (que aquí ya han sido extraídos). El observador profesional detectará además la corta por los daños producidos en las operaciones de corta y desembosque, aunque en este caso han sido muy moderados; por ejemplo se aprecian en la parte baja de un roble ubicado en el centro de la imagen, un poco en segundo plano, cerca de la vaguada (Gijano, Valle de Mena).

3.3.6.6. **Un balance individualizado que se materializa en los señalamientos**

Evidentemente, conseguir la excelencia en la calidad de la madera no se improvisa. Requiere la aplicación de una selvicultura de precisión durante largos periodos. Cada intervención exigirá una evaluación individualizada de cada pie, que será la guía para la toma de las decisiones de detalle: si se busca la máxima calidad esta solo es posible favoreciendo los mejores pies, y solo unos pocos, incluso en los mejores rodales, cumplen los estrictos requerimientos para conseguirla. Es misión del selvicultor conseguir que este potencial no se malogre.

En el sistema de cortas que se preconiza en este texto, la elección de los pies a cortar se realiza en función de atributos propios de cada árbol (fundamentalmente aquellos que determinan su capacidad para producir bienes y servicios), de atributos de su entorno inmediato (interferencia directa con otros pies), de su entorno mediato (estabilidad del rodal) y del futuro previsible (posibilidad de que la regeneración ocupe con rapidez el hueco dejado): en todo caso, cada decisión de corta se toma a nivel de árbol individual. De forma semejante, aunque a otra escala, las decisiones que se adoptan a nivel bosquete o rodal para definir la corta, no se hacen de forma genérica, sino que son función de sus precisas características: parámetros como la intensidad de corta varían dentro de un amplio margen según los objetivos buscados y las condiciones forestales.

Para cada árbol se evalúan los aspectos positivos y negativos de su permanencia (o su corta). En esencia se trata de ponderar si el coste de mantener un árbol supera el valor de los bienes y servicios que proporciona. Se podría decir, de forma sintética y simplista, que cada pie "se tiene que ganar su sitio". De forma que, por un lado se tendrían que valorar los beneficios que genera un árbol y por otro los recursos que emplea para ello (Figura 3.3.58). A falta de una guía precisa para establecer los recursos que consume cada especie y cada individuo, nos puede servir la escala de tolerancia expuesta en el apartado 2.3.2 (figuras 3.3.59 y 3.3.60).

Existen algunas matizaciones que, desde niveles superiores, influyen en las decisiones fundamentales que se toman a nivel de árbol individual:

- A nivel bosquete y a nivel rodal se procura que la corta no genere inestabilidades.
- Existen unos mínimos para alcanzar los umbrales de rentabilidad, tanto en intensidad como en volumen de corta. Si bien son muy bajos si la madera es de calidad. También influye mucho la accesibilidad del monte: con fácil saca, Sevilla (2012) refiere una clara muy rentable (más de 14 euros por estéreo) en un rebollar, con un volumen de corta de solo 20,4 m^3/ha, a pesar de que el destino de lo cortado era básicamente como leña.
- Las condiciones de apeo y desembosque condicionan la elección de pies a cortar. Es importante prever dónde van a caer y cómo se van a desemboscar, en particular si se trata de árboles grandes.
- No se utilizan los números para la definición de la selvicultura, pero se hace un seguimiento a posteriori para tener una referencia a nivel rodal, algo que sirve para matizar futuras intervenciones (gestión adaptativa).

Al realizar el balance para cada individuo, puede que el resultado sea dudoso, habida cuenta de la considerable cantidad de factores que se deben evaluar, que pueden influir de forma contradictoria. En estos casos, el nivel de corta en el rodal puede resultar decisivo. Si incluso el salto de nivel no sirve para dirimir la duda, parece más recomendable optar por no cortar; sobre todo teniendo en cuenta que los periodos de retorno aquí preconizados son relativamente cortos y, en caso de haber dejado algún pie de más, se le pone remedio en pocos años (Figura 3.3.61).

La permanencia de un árbol acarrea una serie de efectos que se interpretan como negativos y otros que se toman como positivos:

- Aspectos negativos:
  - Espacio vegetativo consumido
  - Desvío de la vertical de otros fustes
  - Imposibilidad de conseguir una copa redondeada en pies de porvenir
  - Roce con un pie de porvenir
  - Daño al regenerado (Figura 3.3.62)
  - Riesgo de muerte del árbol
  - Riesgo de depreciación de la madera
- Aspectos positivos:
  - Acumulación de más madera
  - Protección microclimática
  - Eliminación de ramas en pies de calidad
  - Promoción de la rectitud de otros fustes
  - Prevención de brotes epicórmicos
  - Diversidad, tanto específica como estructural
  - Prevención de la instalación o desarrollo del matorral héliófilo (Figura 3.3.63)

La corta de un pie genera unos efectos que son el reverso de su permanencia:

- Aspectos negativos:
  - Posible generación de inestabilidades
  - Daños a los pies remanentes por la corta o el desembosque
  - Eliminación de pies cuando más madera de calidad acumulan
- Aspectos positivos:
  - Ingresos económicos (Figura 3.3.64)
  - Aparición de regeneración o fomento de la existente (Figura 3.3.65)
  - Promoción de la diversidad (Figura 3.3.66)
  - Mejora del crecimiento o conformación de los pies de porvenir

Figura 3.3.58. Foto 18689. No es necesario medir los anillos de crecimiento para saber que el abeto (*Abies alba*) de la derecha crece mucho más que el de la izquierda: mientras el primero tiene un follaje verde oscuro y tupido, un porte acorde con su modelo prefijado genéticamente para crecimiento libre y una copa muy apuntada, el segundo se muestra con escaso follaje (se ve a través de su copa), que además está clorótico, entrenudos cortos y abundancia de muérdago. Lógicamente, el abeto que más madera incorpora también es el que más recursos consume (Sainte-Engrâce, Francia).

Figura 3.3.59. Foto 50054. Incluso con el mismo vigor aparente, las diferencias entre especies pueden ser decisivas en la valoración del espacio vegetativo que utilizan. En este pinar con subpiso de haya, las hayas son los pies de porvenir. Las claras se efectúan cortando las hayas sin tener en cuenta la concurrencia de los pinos, porque se estima que estos apenas consumen espacio vegetativo. Los pinos se van cortando de forma independiente, cuando alcanzan el tamaño

adecuado o cuando hay riesgo de que se mueran antes de la siguiente intervención. El método selvícola es denominado Q-D (cualificación-dimensionamiento), que se explica posteriormente (Bann, Alemania).

Figura 3.3.60. Foto 49517. En un bosque mixto con *Pinus sylvestris*, *Fagus sylvatica*, *Quercus rubra*, *Q. pyrenaica*, *Q. petraea*, *Castanea sativa* y *Sorbus aria*, solo resultan evidentes las diferencias de tolerancia en tres clases: pinos (intolerantes), hayas (tolerantes) y todos los demás (intermedios). Suficiente en todo caso para los objetivos aquí requeridos, es decir, para evaluar el grado en que cada individuo consume los recursos y por tanto para establecer el balance coste-beneficio (Quintanilla de Sotoscueva, Burgos).

Figura 3.3.61. Foto 50783. Árbol que reúne los requisitos para ser considerado un pie de cosecha. Se trata de un pino silvestre de 75 cm de diámetro, con 12 m de altura rectos y libres de nudos. Algo que es excepcional en los montes del

norte de Burgos, y en realidad en los de toda España. Por su singularidad, se ha decidido no marcarlo en esta clara. Es algo habitual en montes públicos: son tan escasos los pies de cosecha que sus gestores tienden a conservarlos por razones de preservación de la diversidad y, sobre todo, para que exista una referencia que oriente la gestión (San Zadornil, Burgos).

Figura 3.3.62. Foto 44835. Bosque en el que se ha suprimido el pastoreo y al que todavía no se ha extendido el ciervo. La regeneración en cualquier pequeño hueco es esplendorosa. Para favorecer su desarrollo es necesario ampliar el hueco, pues en caso contrario las hayas del borde expanden sus ramas hacia él, lo que está favorecido porque en esta especie son plagiótropas (modelo de Troll): la permanencia de estas hayas es muy negativa para el regenerado, que podría arruinarse si no se actúa selvícolamente (Monumento Natural de Monte Santiago, Burgos).

Figura 3.3.63. Foto 8977. El hecho de haber retrasado la clara, y no haberla efectuado cuando los árboles ya competían con intensidad, ha permitido la eliminación del matorral heliófilo, algo que es muy duradero y de suma importancia en comarcas donde el uso del fuego es generalizado. Para este aspecto la evaluación se efectúa a nivel rodal y no individual (Modino, León).

Figura 3.3.64. Foto 43995. En los montes españoles, muy pocos pies se cortan solo porque han llegado al diámetro óptimo máximo para el aprovechamiento comercial de la especie. En este ejemplo se está cortando un gran roble, pero su calidad no es elevada (calidad C, en torno a 70 euros/m^3), por lo que se ha decidido no mantenerlo más tiempo en pie. Si su calidad hubiese sido superior, no se habría cortado todavía. El precio pagado por este árbol es de unos 200 euros (Cilleruelo de Bezana, Burgos).

Figura 3.3.65. Foto 44845. Bosquete de regeneración de haya. En su periferia se han señalado cuatro hayas no muy bien conformadas para que los brinzales establecidos se puedan desarrollar y para ampliar la zona cubierta de regenerado. Se trata del mismo rodal representado en las figuras... y ... (Monumento Natural de Monte Santiago, Burgos).

Figura 3.3.66. Foto 37140. Se ha cortado un haya que concurría fuertemente con un gran roble. Este era un elemento singular dentro del hayedo. El motivo principal de la decisión de corta ha sido ecológico: en estos montes el haya tiende a excluir al roble y al resto de las especies arbóreas, lo que se interpreta de forma negativa para la diversidad y para la conservación de especies como el oso pardo. La L es la inicial del vecino al que está asignada la suerte (Riaño, León).

3.3.6.7. **Sobre la regeneración**

Casi todos los forestales del planeta comparten una preocupación común: garantizar la regeneración del arbolado para asegurar así su perpetuación. Es una preocupación lógica que ha llegado a convertirse en obsesión cuando las circunstancias han sido poco favorables a la consolidación de la regeneración. Y que incluso aparece en rodales muy alejados de la necesidad de regenerar, por ejemplo cuando solo se les ha efectuado la primera clara: con frecuencia, los seres humanos se impacientan en la gestión de los bosques.

En este trabajo se parte de la hipótesis de que en cada momento y lugar se regeneran todas las especies que acceden con sus propágulos, si bien luego las circunstancias concretas serán las que decidan el destino de cada una de las plantas regeneradas: en principio solo las que sean tolerantes respecto a su cubierta tienen opciones; aunque este es solo uno de los filtros, pues por ejemplo la carga de herbívoros es determinante.

Aunque existe todo un catálogo de posibles causas de los problemas de regeneración, casi siempre su origen es el mismo: los fitófagos. Actualmente existe (profusamente) la moda de relacionar todo con el cambio climático, y esta es una causa frecuentemente esgrimida, pero el efecto de los fitófagos es casi siempre un factor mucho más decisivo; como muestran las parcelas de exclusión, al menos cuando estas son adecuadamente diseñadas, ejecutadas y mantenidas.

Cuando no hay suficiente espacio vegetativo disponible, la ausencia de regeneración no constituye problema alguno, a pesar de que a veces se muestre preocupación porque no hay pies regenerados en rodales en los que escasamente se ha superado la fase de expulsión. En el caso de rodales multiespecíficos, las diferencias de tolerancia entre táxones permiten, bajo doseles cerrados, la instalación de árboles a condición de que sean tolerantes en relación a la cubierta.

Como se ha expuesto en la figuras…, el espacio vegetativo para la regeneración se puede proporcionar de forma brusca o con intervenciones suaves suficientemente repetidas. Los resultados son los mismos cuando en lugar del hombre son factores espontáneos los que generan la disponibilidad de recursos. Si no proliferan los fitófagos, lo habitual es que la regeneración llegue con rapidez, se trate de huecos pequeños o grandes. Eso sí, las posibilidades de instalación de cada especie no son las mismas en función de la cantidad de espacio disponible, de acuerdo con un principio muy asentado en la tradición forestal, según el cual las especies de luz necesitan disponer más de ese recurso, lo que no es sino una tautología. A pesar de la forma autoevidente en la que se ha citado ese principio, el asunto no es tan sencillo: en realidad, en un hueco pequeño sí que se regeneran especies intolerantes, pero sucumben si no se amplía su espacio vital, con una rapidez que depende de las tolerancias relativas. Esta última idea es importante como guía para las actuaciones selvícolas: dado que la regeneración se produce, es posible conseguir instalar especies intolerantes en condiciones de elevada concurrencia siempre que se

actúe a favor de ellas. Evidentemente, esto exige un seguimiento de detalle y unas intervenciones bien dirigidas.

Figura 3.3.67. Foto 48632. Pinar de *P. radiata* en fase de reposición con abundante regeneración anticipada de frondosas de una gran diversidad de especies: *Fagus sylvatica*, *Fraxinus excelsior*, *Quercus faginea*, *Q. petraea*, *Tilia plathyphyllos*, *Acer campestre*, *A. pseudoplatanus*, *Castanea sativa*, *Prunus avium*, *Sorbus aria*, *Ilex aquifolium* y *Corylus avellana*. Todas ellas cumplen la condición de que son relativamente tolerantes en relación con los pinos que dominan el dosel superior. Además de producir madera con rapidez, los pinos generan un microclima que ayuda al desarrollo de las frondosas (Cadagua, Valle de Mena).

Figura 3.3.68. Foto 48641. Rodal muy próximo al de la imagen anterior. Aquí domina el haya, con presencia de arce (*A. campestre*), tilo y cerezo. Su momento dinámico no es muy diferente al de la imagen anterior, pues aquí también se ha superado ya la fase de expulsión. Lo que ocurre es que el haya, y en menor medida el resto de las frondosas, genera una cubierta que apenas deja espacio vegetativo disponible para el desarrollo de un subpiso de regeneración anticipada. Solo especies muy tolerantes como tejos, acebos o abetos podrían desarrollarse en el sotobosque en condiciones de concurrencia tan elevada; en parte gracias a que unen a su elevada tolerancia el carácter de perennifolias, que les permite fotosintetizar antes de la emergencia de las hojas de las hayas. El gran consumo de espacio vegetativo de las hayas compromete incluso la supervivencia de las especies que con ellas conviven. Aquí se

aprecia a la izquierda un arce con el tronco cubierto de brotes, lo que es una reacción típica cuando su copa ha quedado dominada. Más en segundo término, en el centro de la imagen, se ve un tronco inclinado que corresponde a un cerezo que busca como puede un acceso a la luz. Delante de él se ve un tilo, que parece resistir mejor la convivencia con las hayas (Cadagua, Valle de Mena).

Figura 3.3.69. Foto 36934. Tratamiento selvícola consistente en eliminar el regenerado de haya que directamente compite con el de otras especies que se desean promocionar. En principio el objetivo es ayudar a la instalación del tejo, pero al retirar las jóvenes hayas también han aparecido brinzales de otras especies arbóreas. En concreto aquí un ejemplar de *Sorbus aucuparia*, que estaba condenado a perecer rápidamente por la sombra del haya, densa y muy próxima. Conceptualmente, favorecer el desarrollo de los serbales regenerados es un trabajo muy sencillo: solo hay que ir eliminando progresivamente las hayas con las que interfieran. Materialmente exige repetir la actuación varias veces antes de lograr la instalación, porque las hayas se expanden con rapidez. Para favorecer la regeneración e instalación de otras especies diferentes al haya se ha instalado un cerramiento que perimetra el rodal (Puebla de Lillo, León).

Figura 3.3.70. Foto 26406. Imagen del cerramiento con malla cinegética que defiende de los fitófagos, sobre todo del ciervo, el rodal captado en detalle en la imagen anterior. Dado que los fitófagos son el principal agente que limita la regeneración en los lugares donde hay suficiente espacio vegetativo, al excluir su acción esta se debería producir. Aquí el asunto es un poco más refinado: la instalación de nuevos árboles se producía, pero solo de haya, y se deseaba potenciar la diversidad (Puebla de Lillo, León).

El planteamiento resumen de la gestión que aquí se preconiza sería de controlar a niveles relativamente bajos la presión de fitófagos y dejar que los procesos espontáneos realicen el trabajo. Es decir, se apuesta claramente por la regeneración natural (apartado 3.2.3.3). Y no se tiene una idea preconcebida de qué especie se desea priorizar, sino casi exactamente lo contrario: se trabaja para que haya la coexistencia más variada posible de los árboles que se juzgan adecuados para cada estación.

No se otorga una preferencia apriorística a las especies nativas. Afortunadamente, en Europa occidental, con una selvicultura de cubierta continua, no existen, salvo situaciones muy concretas, amenazas al dominio de las especies nativas; algo que desde luego no puede decirse en muchos otros lugares del planeta, en especial aquellos que han estado más aislados durante los dilatados procesos de especiación, como son las remotas islas del Pacífico, o incluso en continentes menos conectados como el australiano. Con selvicultura de cortas frecuentes y moderadas, en la mayoría de los bosques europeos, salvo que se introduzcan deliberadamente, la regeneración natural se produce casi totalmente con especies nativas. Si unas pocas exóticas se logran establecer, son en general bienvenidas, sobre todo si aportan algún valor añadido respecto al elenco de táxones del lugar.

Tampoco se priorizan los pies que provienen de reproducción vegetativa frente a aquellos cuyo origen es por semilla. En primer lugar porque con frecuencia son muy difíciles de distinguir. Y sobre todo porque se ha comprobado que brotes de cepa logran adquirir las mismas tallas que los pies que proceden directamente de semilla. Atributos como vigor, estado sanitario, porte, posición respecto a otros pies, capacidad de producir madera de calidad o semillas, o de albergar fauna de interés, entre otros, sirven para dar preferencia a unos árboles frente a otros en las cortas, sin que su origen (vegetativo o no) sea decisivo.

Respecto al momento de regenerar, o de estimular en mayor medida el desarrollo de la regeneración ya presente, tampoco se tienen aquí muchas ideas preconcebidas. Desde luego la mejor opción es que la carga de fitófagos sea tan baja que se regeneren todas las especies y en cualquier momento en que aparezca un espacio vegetativo disponible. Pero en la gestión del monte no se controlan todos los factores, y a veces escapan de la capacidad de decisión de los gestores algunos tan decisivos como la carga de ganado o de ungulados silvestres. En consecuencia, también en respecto al periodo de regeneración se debe ser oportunista: aprovechar los momentos en que la instalación de los árboles se produce sin dificultad para favorecer este proceso, siempre que se cumplan el resto de las funciones.

Figura 3.3.71. Foto 50201. Magnífica *Pseudotsuga menziesii* de un siglo de edad, que crece en un bosque mixto (entre otras especies arbóreas, *Fagus sylvatica*, *Fraxinus excelsior*, *Acer pseudoplatanus*, *Sorbus aucuparia* y *Abies alba*), con predominio del haya en este rodal. Los pies de *Pseudotsuga* proporcionan una madera de excelente calidad, grandes escuadrías y rápido crecimiento, características que hacen muy interesante una cierta proporción de esta especie dentro de unos bosques tratados conforme a unos principios de amplia base naturalística. En el pasado, con objetivos similares pero peores resultados, se empleó sobre todo *Picea abies*, que se bajó de cota y se usó masivamente, lo que generó no pocos problemas; se estima que *Pseudotsuga menziesii*, si es de una procedencia adecuada, cumple mejor los objetivos que la pícea y que se encuentra más en su estación, por mucho en su lugar de origen se encuentre en otro continente a miles de kilómetros y no unas pocas centenas de metros más arriba (Friburgo, Alemania).

Figura 3.3.72. Pinar de *P. radiata* con abundante regeneración anticipada de varias especies de frondosas (robles, rebollos, encinas, castaños y otras). En principio, la idea es aprovechar la regeneración que vaya apareciendo de forma espontánea, sin apriorismos respecto a que haya unas especies mejores que otras. Si faltan pies de alguna especie que se entienda que debería formar parte del ecosistema futuro, se planta o siembra. La regeneración de pino, aunque se piense que es preferible un bosque de frondosas, también se aprovecha; en este rodal, tras cuatro claras, una de ellas muy recientemente ejecutada, los brinzales de pino tienen la opción de desarrollarse bajo su propio pero claro dosel, y

se ven muchos que están superando en talla a las frondosas con las que concurren en el subpiso (Nava de Ordunte, Valle de Mena)

Figura 3.3.73. La regeneración natural es un indicio de que la especie va a estar bien adaptada, pero no siempre es así: los requerimientos para que se produzca la regeneración son diferentes de los del desarrollo de los árboles adultos. Pinos silvestres regenerados espontáneamente sobre margas calizas, donde su desarrollo será muy deficiente; en principio *Pinus nigra* se desarrollaría mejor en esta estación (Lasaosa, Huesca).

Figura 3.3.74. Aunque en la actualidad estos robles presentan un único tronco, su origen vegetativo resulta aparente por cómo están conformados en la base de su fuste. Esto no les ha impedido tener un gran vigor y alcanzar gran talla, hasta superar los 35 m de altura, además con una gran calidad de madera (Nava de Ordunte, Burgos).

3.3.6.8. **Otros aprovechamientos**

Además de las claras, otros aprovechamientos también son importantes, sobre todo otros tipos de cortas, el pastoreo y la caza. De menor relevancia, pero que ayudan a completar las habitualmente exiguas rentas de los propietarios forestales, hay aprovechamientos micológicos y apícolas.

En el Valle de Mena, con la actual situación de los bosques, las cortas a hecho o aclareos intensos solo tienen sentido con los eucaliptares y con algunos de los pinares de *P. radiata* más viejos y susceptibles a derribo, en los que una clara sería muy arriesgada por el incremento del efecto del viento sobre los pies remanentes.

Figura 3.3.75. Eucaliptar cortado a hecho algo menos de un año antes de tomarse la imagen, cuando contaba con 17 primaveras. En el Valle de Mena el eucalipto más difundido, con mucha diferencia, es *E. nitens*, que normalmente se corta tres veces antes de que el rebrote sea poco vigoroso e interese replantar o cambiar de especie. En este caso, y por el momento, los brotes de cepa son escasos, y predomina la regeneración por semilla, como la que se observa en primer término (Partearroyo, Valle de Mena).

El pastoreo y los incendios asociados han sido los eventos renovadores más trascendentes, con mucha diferencia, en los montes del norte de Burgos, y lo han sido mucho más en el pasado. La adecuada organización del pastoreo es decisiva para el control de los incendios forestales, según se ha desarrollado anteriormente. La diferencia entre la existencia de aprovechamientos ganaderos bien y mal organizados es radical: con una adecuada organización, el ganado es un excelente aliado frente al fuego, mientras que si esta no existe es la causa principal de los incendios, al menos en los montes cantábricos.

Figura 3.3.76. Foto 9208. Las cabras mantienen una zona que se ha desbrozado por medios mecánicos. Con carácter general, si se desea conservar zonas despejadas para introducir discontinuidades y prevenir grandes incendios forestales, mejorando la diversidad, el ganado es la mejor opción (Vegacerneja, León).

Figura 3.3.77. Las mismas cabras que sirven para mantener zonas estratégicas despejadas y de esta forma prevenir eficazmente incendios, pueden ser un motivo para quemar reiteradamente el monte: todo depende de cómo se organice el pastoreo. En Cantabria no se acotan al ganado las superficies quemadas, y las quemas ganaderas afectan a grandes extensiones, mediante muchos incendios muy reiterados. Este patrón mantiene abiertos los pastizales, que en la imagen se ven llenos de pequeñas encinas quemadas. La presencia de estas encinas es aquí un indicador del frecuente uso del fuego: si no fuera así, dominarían árboles mesófilos, hayas en particular, muy competitivas en este clima (Asón, Cantabria).

Además de su relación con el fuego, los aprovechamientos ganaderos tienen un gran potencial de incidencia en los procesos de regeneración de la vegetación. Una prueba de esta relación son los milenarios conflictos entre los que quieren aprovechar los pastos y los que pretenden que se establezca el arbolado. Desde que existe la administración forestal este ancestral conflicto se ha concretado entre esta institución y los ganaderos. Normalmente, el acuerdo se materializaba en los cierres de las zonas repobladas o regeneradas, aunque también ha sido frecuente que no se respetasen.

Tras el fin del sistema agrario tradicional, con los ungulados silvestres ha ocurrido algo semejante que con los árboles, pero todavía más rápido: especies como el ciervo o el jabalí han pasado de ausentes, o casi, a proliferar en exceso en muchas comarcas. En el Valle de Mena el jabalí está muy difundido en toda su extensión y el ciervo solo en los montes de Ordunte, donde como se ha expuesto está interfiriendo gravemente con los procesos de regeneración arbórea (ver figura….). Aunque los grandes animales son muy móviles y por tanto su observación es mucho más difícil que con los árboles, el seguimiento continuo de las densidades de ungulados silvestres es relativamente sencillo evaluando sus efectos sobre la vegetación (Perea *et al.*, 2015). Debido a que los grandes depredadores han quedado aquí reducidos a lobos en densidades tan bajas que apenas sirven como reguladores, es necesario que la caza actúe en sustitución de la predación. La opción alternativa de que aumenten las poblaciones de lobo es muy negativamente valorada por los ganaderos del municipio menés y de los limítrofes, lo que la convierte en improbable: en una tierra fronteriza como es esta, impedir la eliminación más o menos descontrolada de lobos es tarea especialmente compleja, según muestran los antecedentes. En particular, los ganaderos carranzanos siempre han sido muy activos en evitar la proliferación de lobos que les pudiesen afectar, tarea para la que en general han encontrado suficiente apoyo político, más o menos velado.

Como con las cortas, hace falta un cambio de paradigmas: no sólo es necesario evitar la sobreexplotación, sino que también se hace preciso establecer unos umbrales mínimos de animales abatidos, para evitar daños generalizados en prados y cultivos, accidentes de tráfico e interferencia excesiva en los procesos de regeneración de la vegetación. Como ejemplo del cambio experimentado, las Reservas Nacionales de Caza se crearon en el año 1966 con el objetivo del fomento de la fauna cinegética. Pero, logrado este objetivo, se arriesgan a “morir de éxito”, pues en muchos casos la proliferación de estos animales ha sido excesiva, hasta el punto de que hay muchas zonas en las que la regeneración del arbolado está impedida; e incluso se afecta a las poblaciones de otros animales que antes encontraban refugio y alimento donde ahora los grandes fitófagos, ciervo sobre todo, han dejado un espacio mucho menos útil (Figura 3.3.78). Urge pues un cambio de filosofía en la actividad cinegética, en la que, como en las cortas, prime una visión ecosistémica sobre intereses mucho más concretos. En general, tanto a cazadores como a visitantes les resulta muy gratificante la observación de los grandes fitófagos silvestres, y por ello es habitual que se prefieran densidades elevadas de ellos, más de lo que sería deseable para un funcionamiento adecuado de los ciclos de renovación de la vegetación; y más también de lo que podría haber en un ecosistema prístino, en el que la densidad de depredadores dependiese fundamentalmente de la de sus presas.

Figura 3.3.78. Mata de acebo recomida por los ciervos; hasta algo más de dos metros de altura carece de follaje. Se ve el suelo pisoteado en su base, lo que denota la gran concentración de ciervos en el entorno de la mata, algo que sobre todo sucede en invierno. Este bosque se ubica en lo que era la Reserva Nacional de Caza de Riaño, ahora reconvertida en reserva regional. A pesar de que, para los estándares de Europa occidental, el lobo es aquí abundante, no lo es lo suficiente como para reducir la población de ciervos a niveles compatibles con la "normal" regeneración del arbolado. La zona reúne requisitos para convertirse en un área donde pueda sobrevivir el urogallo, pero precisamente la combinación de ciervos que han eliminado cualquier vegetación que pudiese ocultar al ave de sus predadores con la abundancia de estos últimos, se ha convertido en letal para el urogallo. Tanto las excesivas poblaciones de ciervos como la recuperación de sus predadores han sido consecuencia de los profundos cambios socioeconómicos de las últimas décadas, pero se han exacerbado por la gestión de las reservas. En la actualidad, estas figuras de protección deberían orientarse hacia objetivos más ambiciosos, que combinasen el aprovechamiento cinegético de animales de la máxima calidad, medida por el precio de las subastas, con la conservación del ecosistema y en concreto de las especies amenazadas o en regresión (Pedrosa del Rey, León).

Figura 3.3.79. Los distintos factores ecológicos, y en concreto los agentes renovadores, tienen repercusiones diferentes en función del medio concreto en el que ejercen su influencia. El clima menés es de temperaturas invernales mucho más suaves que las características del ecosistema de la imagen anterior, en el municipio de Boca de Huérgano. Como consecuencia, en Mena los ciervos no pasan por un periodo tan crítico en invierno, en el que tienen muchos más recursos alimenticios que en el ejemplo leonés. Además, en Mena, la composición específica y la estructura de las masas es muy diferente, por mucho que también abunden robledales y hayedos. Como efecto conjunto de todas estas circunstancias, en el Valle de Mena los ciervos no tienen un efecto tan contundente sobre los acebos, que en la montaña oriental leonesa tienen un grave problema de persistencia. En la imagen se ve cómo los madroños están completamente recomidos por debajo de dos metros de altura, pero por debajo de esa cota persisten dos matas de acebo, con el característico desarrollo de pinchos que acompaña a su ramoneo. Los ciervos aquí pueden elegir y prefieren los madroños frente a los acebos. En los dos ejemplos, estos fitófagos se han convertido en un factor ecológico clave y en un problema para los gestores forestales, pero con efectos dispares. En ambos, urge tomar medidas para regular sus poblaciones (Burceña, Valle de Mena).

Figura 3.3.80. Cuando se excluyen los grandes fitófagos, la vegetación se recupera con rapidez, al menos donde el medio es productivo y la situación de partida no muy degradada. Aquí se observa cómo cuatro años tras eliminar el efecto del ciervo, han sido suficientes para que la mata de acebos, que se hallaba muy recomida hasta dos metros de altura (de forma semejante a la que se muestra en la imagen... Foto 17715), recupere buena parte del vigor perdido. El descenso de presión no ha llegado, desgraciadamente, a través de un incremento de la presión cinegética, sino de un costoso cerramiento (ver figura...), cuyo efecto además es muy reducido superficialmente. Factores diversos explican que pocas veces se tome la iniciativa en la renovación de los ungulados, que llega muchas veces a través de enfermedades que regulan sus poblaciones (Puebla de Lillo, León).

3.3.6.9. **Intervenciones no autofinanciadas**

Aunque con carácter general es deseable que todas las intervenciones estén asociadas a usos o aprovechamientos que las financien, a veces esto no es posible. Se deben evitar en todo caso actuaciones costosas sobre superficies extensas.

Las principales intervenciones no autofinanciadas deben tener que ver con la prevención de riesgos y con la preparación de los ecosistemas para lograr una rentabilidad futura.

A diferencia de los aprovechamientos, que deben ser extensos y frecuentes, las intervenciones no autofinanciadas deben ser preferiblemente puntuales en tiempo y espacio, para abaratar costes (Sevilla, 2013b). La idea es que solo se efectúen una vez y que permitan un duradero cambio en la dinámica del monte; para ello es necesario escoger las circunstancias (ecológicas y sociales) más adecuadas, con particular importancia de acertar en el momento preciso (apartado 3.1.3.3: Las ventanas de oportunidad).

Respecto a los clareos, ya se han apuntado varios motivos para no realizarlos de forma generalizada, sino en todo caso puntual: coste y dificultad de marcar muchos pies pequeños, proliferación indeseada del sotobosque, estimulación de brotes epicórmicos, fin del proceso de autopoda, peor conformación por ramas más gruesas o por pérdida de verticalidad, eliminación de árboles con buen potencial, escaso efecto selvícola en los clareos suaves y por lo bajo, etc.

Para producir madera de calidad, y para otros objetivos como disminuir a largo plazo la combustibilidad del monte, es mejor no efectuar clareos, salvo los puntuales. En las condiciones actuales de mercado la primera corta puede ser comercial. El mantenimiento de una espesura elevada en las primeras fases de desarrollo es la clave para tener fustes rectos y sin ramas, y un elevado número de pies sobre el que actuar; y para eliminar el matorral heliófilo, que una vez excluido no volverá salvo aumento brusco del espacio vegetativo. Dos tipos de clareos han sido especialmente nocivos: los hechos por lo bajo e intensos, y los efectuados en rodales irregulares. En ambos casos se han eliminado la mayoría de los pies con capacidad futura de producir mayor

calidad, que casi nunca son pies dominantes: cuando hay pies de gran tamaño conviviendo con pies delgados, es muy poco probable que, en los tratamientos, se corten los primeros aunque estén mal conformados; sesgo que no se da en cortas comerciales, en las que es interesante económicamente cortar árboles de mayores dimensiones.

En las actuales circunstancias del Valle de Mena, y de todo el norte de Burgos, las principales actuaciones no autofinanciadas que se consideran necesarias son los desbroces, tanto de pastizales y matorrales como en viales forestales.

La ganadería continúa siendo en todo el norte de Burgos un pilar básico dentro de su débil economía. El peso social de los ganaderos es relevante, porque están más ligados al territorio que otros colectivos; algo muy importante en los municipios más despoblados. Por otra parte, el mantenimiento de los prados y pastos es un objetivo de conservación ecológica y paisajística. En este contexto, y con las quemas controladas desechadas, los desbroces para pastos cobran máxima relevancia; sobre todo porque en el clima menés existe una fuerte tendencia al dominio de las leñosas, y solo con actuaciones continuadas se consiguen mantener pastos y prados (figura... eventos-medio). Con carácter general se procura que sean los propios ganaderos los que desbrocen las parcelas que aprovechan, tal y como se ha hecho con las pistas, que son ejecutadas por los adjudicatarios de los aprovechamientos de madera. Pero con los desbroces es mucho más complicado, por una serie de motivos:

- En primer lugar, y como mayor dificultad, muchos terrenos son de aprovechamiento colectivo. Aunque desde la administración forestal se promueve la individualización de pastaderos en el monte, es un proceso lento y no exento de dificultades; entre otras los recelos de las entidades propietarias, que recuerdan cómo en el pasado adjudicaciones semejantes han acabado deviniendo en propiedad.
- Aunque los desbroces no son caros, los pastos se adjudican normalmente a unos precios tan bajos que serían necesarios muchos años para que a un ganadero le compensase desbrozar a cambio de no pagar por el arrendamiento de los pastos: el precio más habitual es de 2,54 euros/UGM.mes, que es la tasación mínima que efectúa la administración forestal, por lo que, suponiendo un periodo de aprovechamiento de 10 meses, serían necesarios unos 8 años para compensar lo que cuesta un desbroce.
- Se ha asentado la idea de que, como la ganadería es un sector en crisis, las administraciones deben sufragar los desbroces. Como se ha expuesto, en España y en toda Europa occidental existe una desarrollada cultura de las subvenciones, sobre todo entre agricultores y ganaderos. Como en cualquier sector, basar la rentabilidad en las subvenciones es una pésima opción de futuro: para los ganaderos, el coste de los pastos deben integrarse como uno más dentro de su explotación, como ocurre con cualquier colectivo. Las subvenciones deberían utilizarse solo temporalmente, para situaciones de emergencia o para favorecer cambios estructurales; pero nunca convertirse en crónicas.

En cuanto a los desbroces de viales forestales, se entiende que es una labor muy importante en Mena y en general en el norte burgalés: en un medio productivo para la vegetación, salvo que se usen mucho, estos viales tienden a invadirse de vegetación. La idea es desbrozar lo imprescindible para que los usuarios transiten con comodidad, adoptando los siguientes criterios:

- En las pistas principales, que pueda circular un trailer sin chocarse con las ramas.
- En la generalidad de las pistas el vehículo de referencia es un camión motobomba destinado a la extinción de incendios, del tipo más habitual en Castilla y León (Mercedes Unimog).
- En estrechas sendas, que los viandantes puedan andar en fila india sin tener que apartar las vegetación.

En el pasado, era habitual que cuando una pista estuviese invadida por la vegetación se repasaba con maquinaria, normalmente con bulldozer. Pero esta operación genera inconvenientes, como destruir un firme consolidado o fomentar la erosión; en general, salvo que el firme esté muy deteriorado, desbrozar es una alternativa más eficiente a medio y largo plazo. La idea es hacerlos siempre que sea posible de forma mecanizada, aunque lo más habitual es mezclar el trabajo manual y el de tractores: al menos la poda de las ramas que dificulten el tránsito, y la corta de algunos árboles cuando esta es imprescindible, deben ser efectuadas por trabajadores especializados.

También con anterioridad lo más frecuente era que, cuando se decidía desbrozar un vial, se efectuaba dentro del trabajo denominado faja auxiliar (ver figuras... -Bezas y Argañoso-). Básicamente consiste en efectuar el clásico tratamiento de poda, clareo y desbroce en una banda a cada lado del vial. A veces de una forma un poco diferente de los tratamientos selvícolas

habituales; por ejemplo, aplicando gran intensidad de corta para evitar la propagación de las llamas, lo que generaba algunos inconvenientes ya expuestos. Las fajas auxiliares en general exigen continuos repasos para mantener su eficacia, a pesar de lo cual siguen siendo muy populares en España. Seguramente así se ha dado una salida de apariencia digna al trabajo de las cuadrillas de tratamientos, que en muchas comunidades autónomas están constituidas por trabajadores fijos, directamente al servicio de la Administración: de una forma bastante kafkiana, generando un problema al abrir mucho el bosque, se ha buscado la solución de otro problema. En Mena, afortunadamente, este tipo de fajas, aunque se realizaron en el pasado, nunca han sido tan populares como en otros lugares de la geografía ibérica, y además se tendía a efectuar clareos moderados: en un clima tan benigno como el menés, si se hubiesen abierto mucho los bordes de las pistas, la proliferación del sotobosque hubiese sido muy difícil de evitar, exigiendo continuos repasos que no se podrían haber financiado.

El desbroce de viales es un trabajo que, por su propia naturaleza, es muy difícil de repercutir su coste a los usuarios, ya que se trata de infraestructuras de uso público, aunque en buena parte no estén abiertas al tráfico de vehículos a motor con fines recreativos.

En general, en todo tipo de desbroces es necesario efectuarlos más de una vez para conseguir el objetivo de dar una ventaja duradera a las herbáceas frente a las matas. Al menos en el húmedo clima menés, es preferible concentrar las actuaciones en unos pocos años, hasta conseguir que se extienda un tupido pasto de especies perennes, que esperar mucho al primer repaso. Además se deben procurar condiciones que limiten la necesidad de nuevos desbroces, siguiendo la máxima de minimizar las intervenciones dejando que la naturaleza efectúe la mayor parte del trabajo. Algunas ideas en este sentido son:

- Concentrar los desbroces en las zonas más querenciosas para el ganado y para los grandes fitófagos silvestres. Estos tienden a preferir las pendientes más suaves. También se concentran en collados o en general sitios venteados.
- Aumentar la querencia del ganado realizando abonados o encalados.
- Mantener una cierta espesura de arbolado. La sombra perjudica especialmente a las matas más pirófitas, que son heliófilas. Esto es de especial aplicación en los desbroces de pistas y sendas, en los que es preferible no aclarar intensamente el arbolado de sus bordes.

Figura 3.3.81. Desbroce que permite el aprovechamiento de pastos. Frecuentemente es el propio adjudicatario de los pastos el que realiza los trabajos, pero en otros casos, por falta de rentabilidad u otros factores, esto no se hace así, sino que se invierte dinero que se espera recuperar. En este caso el desbroce se pagó con el fondo de mejoras del monte, y antes se realizó con presupuestos de la Junta de Castilla y León (El Vigo, Valle de Mena).

Figura 3.3.82. Pista desbrozada recientemente, por una cuadrilla de tratamientos selvícolas. En general, se estima que para la prevención de incendios son preferibles actuaciones sobre la red viaria que sobre el monte. Es habitual que los matorrales desbrozados recuperen el vigor al poco tiempo de efectuado el trabajo, salvo que su declive fuese ya acusado. Es preferible, mucho más efectivo y duradero, que la naturaleza efectúe el trabajo, normalmente a través de densa sombra, mejor si esta es próxima al suelo (foto… ilustrativa, o referencia a la figura… si la he puesto en otro sitio). En este caso el matorral dispone de suficiente luz para su futuro desarrollo, pero su ubicación en el talud de la pista, que lo convierte en fácilmente accesible para los fitófagos, que no tienen ni que agacharse, hace que el rebrote sea consumido, excepto en la parte más elevada, donde ya no alcanzan y se observa llena de vigorosos brotes de un año de madroño (Nava de Ordunte, Valle de Mena).

Figura 3.3.83. Pista desbrozada y que se ha logrado encespedar. En el clima del Valle de Mena, en pistas poco transitadas y sobre todo si la pendiente no es elevada, es relativamente frecuente conseguir este magnífico resultado: la humedad y el hecho de que tanto el ganado como la fauna silvestre prefieran los terrenos llanos favorecen el encespedamiento y la eliminación del matorral, cuyo rebrote es comido por los fitófagos. Se han conseguido varios

objetivos: integración paisajística de la pista; ausencia de procesos erosivos; comida para los herbívoros; adecuada prevención de incendios; resultado duradero y mantenimiento muy barato (Bortedo, Valle de Mena).

Figura 3.3.84. Técnico anillando un haya, que es la dominante en un pequeño grupo y está mal conformada. La operación se realiza en dos fases: primero se descorteza el haya y luego se raspa la zona descortezada con un cepillo de púas de acero, que es lo que está efectuando el trabajador en la imagen; todo ello utilizando un mismo instrumento. Se trata de una operación puntual, poco costosa (entre 2,5 y 4 minutos por pie), pero decisiva para la calidad futura de la madera (Bann, Alemania).

3.3.7. Referentes selvícolas

El tipo de selvicultura preconizado en este trabajo es una adaptación a las peculiaridades del Valle de Mena de otras formas de concebir esta disciplina. Los ejemplos de referencia son centroeuropeos. En Norteamérica y otros lugares del planeta también existen sistemas semejantes, aunque en general están menos testados en el tiempo y son poco refinados. Por ejemplo, Nolet *et al.* (2014) plantean como alternativa cortas frecuentes y suaves para conseguir objetivos económicos y ecológicos, tal y como se hace en este texto; pero incidiendo solo sobre los pies con mayor valor comercial, con la esperanza de mantener (no de mejorar) la calidad de madera de los rodales, planteamiento que parece más lógico para las grandes extensiones boscosas norteamericanas, donde en general se aplica una selvicultura bastante simple, que para bosques del norte de España donde se desea el mayor grado de excelencia en la provisión de bienes y servicios.

3.3.7.1. **Bosques con irregularidad generada por cortas**

En buena parte de Centroeuropa aplican, de forma organizada y mantenida en el tiempo, cortas por entresaca, porque entienden que el bosque irregular es la mejor opción para cumplir los objetivos múltiples que se esperan de los bosques, lo que incluye la disminución de riesgos (O'Hara y Ramage, 2013). El país que seguramente ha llevado más al extremo esta idea es Suiza, que practica una selvicultura cuidadosa en la que la prevención del riesgo de aludes juega un papel crucial, pero donde se tratan mediante entresaca tanto los bosques de alta montaña, con una función protectora frente a aludes, como los que se ubican en áreas en las que ese riesgo no es decisivo. También en Eslovenia está generalizado el sistema de cortas por entresaca y el bosque irregular. En Austria existe mucha variedad. En Francia y en Alemania, coexisten muchos referentes selvícolas, si bien con el tiempo los bosques irregulares tienden a ganar adeptos y extensión superficial.

Figura 3.3.85. Bosque tratado por cortas de entresaca, como es habitual en Suiza. Además de multigeneracional es multiespecífico: hay *Picea abies*, *Abies alba*, *Pinus strobus*, *Larix decidua*, y también frondosas como *Fagus sylvatica*, *Sorbus aucuparia* y *Acer pseudoplatanus*. A pesar de la evidente irregularidad, los gestores creen que no se ajusta bien a sus normas y pretenden forzar una mayor diversidad de estratos (Valle de Emmental, Suiza).

3.3.7.2. **El método de control**

Se trata de un método surgido en el siglo XIX, ideado por un forestal francés llamado Adolphe Gurnaud, que se enfrentó a cuenta de su forma de concebir la selvicultura con la administración forestal de la época y que revolucionó la forma de gestionar los bosques centroeuropeos. A principios del siglo XIX estos se gestionaban fundamentalmente en rodales regulares, y tras el desarrollo y extensión del método de control, con distintas variantes, muchos bosques (prácticamente todos en Suiza, donde las cortas a hecho están prohibidas desde hace más de un siglo) pasaron a gestionarse como irregulares.

En esencia, el método de control ideado por Adolphe Gurnaud (Gurnaud, 1878 y 1886) y desarrollado y puesto en práctica por Henry Biolley (Biolley, 1920) en los bosques de Neuchâtel (Suiza), se basa en conocer el crecimiento de los árboles de una parcela a través de inventarios que se repiten teóricamente como elemento decisivo para la elección de los que se van a cortar: los pies que no crezcan lo suficiente se eliminarán, aunque lógicamente influyen además otros factores como su calidad, su posición relativa, su relación con pies de otros tamaños, etc. (ver Schütz, 2006).

Se trata de un método iterativo en el que, una vez fijados los objetivos de gestión (por ejemplo, maximizar el crecimiento del bosque), se evalúa en sucesivos inventarios si se va cumpliendo lo previsto. Es un tipo de gestión adaptativa con intenso seguimiento. Las desviaciones respecto a las previsiones se deben evaluar al objeto de ir minimizándolas (en caso de que sean en sentido negativo). Se supone que si, durante un largo periodo, se mantienen los objetivos de gestión y se aplica el método de forma continua, matizando cada nueva intervención en función de los resultados obtenidos (evaluados a través de los inventarios), se irá ganando en conocimiento de la dinámica del monte y en calidad de las actuaciones. Estas deberían desechar lo que se ha mostrado inadecuado e incorporar aquello que parece acercar a los objetivos, siempre con la vara de medir de los inventarios.

En sí mismo, el método no se aplica solo a bosques irregulares, pues el mismo concepto de inventarios sucesivos y remoción de los pies que no cumplen expectativas se puede aplicar a rodales regulares. Pero si se desciende al detalle de árbol individual y el método se sigue durante un largo periodo, inevitablemente las diferencias a entre el crecimiento de individuos tenderán a irregularizar el rodal.

En el método de control la superficie donde se realiza el balance es la parcela (rodal), y no el monte. Con el tiempo, este principio se fue matizando, y se procuraba que a nivel de monte no existiese un gran desequilibrio de clases de edad, si bien en esencia se ha mantenido la idea de que es a escala de rodal donde se debe procurar el ansiado equilibrio.

En Alemania se ha practicado una variante del método de control que consiste básicamente en limitar los inventarios sucesivos a los árboles de porvenir, en la idea de que estos al final van a representar el 80-90% de la producción del rodal en valor económico. Esta variante se ha aplicado sobre todo a bosques del sur del país, dominados por píceas y hayas (Abetz, 1980). Lógicamente, si se espera que un porcentaje tan alto de las rentas provenga de los pies de porvenir, es lógico que no solo los inventarios se centren en estos pies, sino toda la selvicultura. Indudablemente, esta variante del método de control allanó el camino para el desarrollo de la selvicultura Q+D, que se explica posteriormente.

El método de control constituiría una aplicación práctica, guiada por análisis numéricos, del moderno concepto de gestión adaptativa: a través de los sucesivos inventarios se evalúa directamente el crecimiento de los árboles, pero también el grado de éxito de la selvicultura aplicada. En cierto modo, los árboles se van señalando a sí mismos (a través de su crecimiento) como candidatos a ser eliminados o permanecer. Se supone que de la información que van proporcionando esos exhaustivos inventarios es fácil identificar los fallos de gestión e irlos corrigiendo. Al final, un crecimiento aumentado debería ser la consecuencia a medio y largo plazo de la aplicación continuada del método de control. Pero no hay ningún motivo para circunscribirse solo al crecimiento: este procedimiento, que no deja de ser el de ensayo y error sistematizado y con un procedimiento de mejora continua, se puede aplicar a cualquier variable de interés, como puede ser el dinero, la calidad de la madera, la población de una u otra especie, incluso la biodiversidad o el número de visitantes, etc.

Una de las limitaciones del método emana de un problema que es mucho más general, pues afecta a todo tipo de análisis numéricos en los ecosistemas: las correlaciones ocultas, que pueden hacer que lo que se interpreta como un efecto de un factor (la gestión) sea en realidad consecuencia de otro subyacente (por ejemplo, el clima o la disponibilidad de dinero de los visitantes) no incluido en el análisis. No obstante, esta limitación es tan general que no empaña en absoluto las virtudes del método, que acierta al centrar su atención en un factor dinámico, el crecimiento, más que en el más usual del volumen, que es estático.

Otro problema del método de control es el coste de los inventarios. Este se justifica si al final la mejora en la producción es ostensible, lo que difícilmente ocurrirá si no se apuesta por productos de calidad. Que es lo que han hecho en Centroeuropa. En todo caso, las modernas tecnologías, y en particular el lidar, suponen una opción de abaratar costes manteniendo un nivel de resolución adecuado.

3.3.7.3. **Selvicultura próxima a la naturaleza**

La selvicultura próxima a la naturaleza es una corriente de pensamiento que hunde sus raíces en la creación de la selvicultura en sí misma: si bien es cierto que en sus orígenes la selvicultura compartía cierta base conceptual con la agronomía, siempre tuvo un componente de mayor respeto a los ciclos naturales. No obstante, el antecedente más claro de las actuales ideas de la selvicultura próxima a la naturaleza son los bosques centroeuropeos de montaña gestionados como irregulares. En 1950 se crea la asociación Arbeitsgemeinschaft Naturgemäße Waldwirtschaft (Gestión forestal basada en la naturaleza), y se muestra que las ideas que en principio se aplicaban en las montañas también pueden hacerlo en bosques de llanuras y colinas (Barcenilla *et al.*, 2005). En 1990 se funda en Eslovenia la asociación ProSilva, creada con los mismos objetivos. ProSilva abre en los años posteriores delegaciones en muchos países, incluido España, donde ha tenido escaso éxito aunque algunas de sus ideas poco a poco se van extendiendo.

El nombre de gestión próxima a la naturaleza es hasta cierto punto más publicitario que descriptivo. En realidad, no se trata de seguir a la naturaleza sino de aprovechar los procesos espontáneos para conseguir los objetivos deseados con el mínimo coste. Encaja muy bien con los presupuestos de la ecología de sistemas complejos.

Se trata sobre todo de una gestión económica, en la que se minimizan inversiones. Pero también es una gestión ecológica, basada en el conocimiento del funcionamiento de los ecosistemas y en el respeto de unos principios como evitar el uso de productos químicos de síntesis, priorizar la regeneración natural, preservar el suelo, el microclima y en general el ecosistema para las generaciones venideras; cuestión esta última que es compartida por todas las tendencias selvícolas. Es una gestión muy refinada: para su correcta aplicación, y sobre todo para explotar

todas las posibilidades que ofrece, requiere un gran conocimiento de la dinámica forestal aplicada a un lugar concreto.

En la selvicultura próxima a la naturaleza se da prioridad a los bosques irregulares sobre los regulares, a la regeneración natural sobre la plantación, a las entresacas frente a las cortas a hecho, a la gestión individual frente a la de masa, al diámetro de cortabilidad frente al turno, etc.

Es un tipo de selvicultura que sirve para cumplir muy bien, y de forma simultánea, una amplia variedad de objetivos tanto de producción de materias primas como de conservación. Otorga una gran importancia a la obtención de productos de calidad; el objetivo es que una pequeña cantidad de ellos supere en valor económico las producciones alternativas basadas en la cantidad. Esta idea está especialmente diseñada para las zonas con más dificultades de explotación: con productos de baja calidad las zonas de montaña no pueden hacer competitivas sus producciones frente a los menores costes de las áreas de pendientes suaves.

La selvicultura próxima a la naturaleza compartiría muchos de los criterios que en este texto se proponen. Quizá la principal diferencia es que aquí no existe ninguna preferencia apriorística por la irregularidad: no se trata de seguir fielmente ningún principio, sino de adaptarse a cada entorno. En este sentido, aunque con carácter general aquí se indica que las cortas a hecho no son una buena alternativa, puede haber circunstancias en las que sean adecuadas. Además, se asume también que es conveniente que existan bosques regulares, precisamente como una medida más de heterogeneidad.

3.3.7.4. **Método Q+D**

El método Q+D lleva al extremo algunas de las ideas que sustentan la práctica de las claras altas selectivas, de los sistemas de monte irregular y de la selvicultura próxima a la naturaleza. Busca la producción de madera de la máxima calidad, y que esta suponga la mayor proporción posible respecto de la madera aprovechada. En esencia, el sistema se basa en dejar que los árboles se desarrollen en elevada espesura en sus primeras edades (fase Q, cualificación) y a partir de un cierto momento, cuando ya han conformado su fuste y eliminado las ramas bajas, comenzar un programa de claras frecuentes en las que se elimina toda concurrencia que pueda disminuir el crecimiento de los pies de porvenir (fase D, dimensionamiento).

En principio solo se interviene a favor de los árboles de futuro, dejando el resto del rodal sin actuación. Después de unas pocas claras de liberación de esos pies, su diferencia con el resto del arbolado es tan notoria que se identifican claramente por su destacado tamaño.

Foto 50044. En este hayedo realizan claras (comerciales) selectivas cada 3 años, a favor de los pies elegidos, marcados con una cinta blanca: 5 claras en los últimos 15 años. Solo se cortan los pies que pueden interferir con el desarrollo de los elegidos; el resto de la masa no se aclara y queda sometida a los procesos espontáneos de competencia y autoclareo. El resultado es espectacular: el haya de porvenir es de la misma edad (en torno al medio siglo) que el resto de sus congéneres, pero su tamaño es mucho mayor (Blieskastel, Alemania).

Para maximizar la producción de madera de calidad, se eligen desde una fase temprana varios candidatos a pie de futuro, y si es necesario se les ayuda anillando algún pie próximo o con alguna poda puntual. Se debe tratar de árboles muy bien conformados y con una vitalidad destacada, para así aprovechar de forma muy rápida el espacio vegetativo que se pone a su disposición.

Con la experiencia selvícola acumulada en Centroeuropa a lo largo de dos siglos, que incluye la toma de mediciones detalladas sistematizadas, en el método Q+D se tienen parametrizadas las variables más relevantes de cara a la gestión: número de pies candidatos a árboles de futuro, altura libre de ramas que se adopta como objetivo, tamaño de la copa esperable, años previstos para las diferentes actuaciones, coeficiente de pérdidas anuales en los árboles de futuro, etc. De estos parámetros se tiene un pormenorizado conocimiento, lo que permite establecerlos para cada especie y lugar concretos. Esto último exige disponer de una detallada cartografía de calidades de estación, que casi siempre tienen ya efectuada.

A pesar de que al disponer de tantos datos se haya parametrizado esta selvicultura, el hecho de trabajar solo a favor de los pies de porvenir, y que estos tengan diferentes edades de madurez, contribuya a dar al bosque una imagen de irregularidad y, hasta cierto punto, de carácter salvaje a pesar del elevado grado de intervención al que se somete. No obstante, la diferencia tan grande de tamaño entre los pies objetivo y el resto generan para el observador profesional, o para el aficionado atento, una inevitable sensación de artificialización y de manejo intenso, aunque eso sí, sumamente cuidadoso.

No obstante la detallada planificación numérica, la selvicultura se decide sobre el terreno: no se corta un número dado de pies, sino que se evalúa en el bosque qué pies en concreto interfieren, o van a interferir antes de la siguiente clara, con los de porvenir. En este sentido es una selvicultura anticipadora, pues se evalúa el desarrollo futuro de los pies de porvenir y de todos los de su entorno, y se actúa en consecuencia, siempre con el objetivo de maximizar el crecimiento de los árboles elegidos.

Para cada pie de porvenir se establece como objetivo que un cuarto de su altura máxima prevista se encuentre al final de la fase Q libre de ramas. En las coníferas esto exige en general la poda artificial, que se realiza hasta más de 10 m mediante personal especializado que escala los árboles. Como se conoce previamente la altura que (previsiblemente) cada individuo perteneciente a una especie va a alcanzar en un preciso lugar (gracias a la cartografía de calidades de estación), ya se establece para cada pie un objetivo de madera libre de nudos, lo que condiciona la duración de la fase Q y los trabajos en esa fase. Aunque se trate de rodales coetáneos en origen (no siempre), las diferencias a nivel individual implican un cierto diacronismo en las actuaciones, en función de las tolerancias y las velocidades de crecimiento de los pies implicados, además de otros factores más relacionados con aspectos tecnológicos de la madera.

Los pies de porvenir tratados mediante cortas de liberación anticipadoras se desarrollan según el patrón de crecimiento libre y expresan sus modelos prefijados genéticamente. Son unas condiciones ideales para el crecimiento vegetal: ausencia (o casi) de concurrencia por los recursos pero mantenimiento de un microclima boscoso que implica una protección frente al viento y una humedad relativa elevada, entre otros factores.

El diámetro objetivo es función de la especie y de la calidad del árbol. Aunque se supone que todos los pies de futuro potencialmente son capaces de producir madera de excelente calidad, lo cierto es que, inevitablemente, existen apreciables diferencias entre ellos. Lo lógico es que a los pies con la máxima calidad, a igualdad de circunstancias, se les permita alcanzar un mayor tamaño. No obstante, hay que tener en cuenta que, aunque en general cuanto mayor tamaño más se paga cada unidad de volumen, las industrias a veces prefieren no superar ciertos diámetros. Eso y el riesgo de perder un pie muy valioso (por un rayo, un derribo, una plaga o enfermedad, u otro imprevisto) contribuyen a fijar el diámetro objetivo en el entorno de los 60-70 cm. Cifra que se puede superar ampliamente sobre todo si se trata de robles, que unen mayor valoración de la calidad y el diámetro con elevada resistencia frente a derribos y pudriciones; los robles de la máxima calidad, en las mejores estaciones, se podrían mantener hasta alcanzar el metro de diámetro.

La calidad de la madera se evalúa en función de cómo esta se pague en el mercado. Una parte esencial para la aplicación de esta sofisticada selvicultura es la existencia de un mercado bien desarrollado y estructurado, con gran transparencia, en el que estos productos de calidad adquieren su valor en un proceso de concurrencia competitiva. Este tipo de mercado existe en Centroeuropa, y en cada región las ventas se concentran en unos lugares donde acuden multitud

de rematantes de todo el planeta que saben que en ellas se ofrece la mejor madera del mundo. No obstante, si en España se consiguiese alcanzar ese nivel de calidad, seguro que los compradores no faltarían: la distancia es menos inconveniente cuando el valor unitario es alto.

Aunque los principios de la selvicultura Q+D son de idéntica aplicación tanto en bosques regulares como irregulares, su implementación de forma continuada conduce a largo plazo a la irregularidad: dado que los individuos arbóreos no son idénticos en su velocidad de desarrollo ni en general en sus características genéticas y fenotípicas, y dado que cada pie de futuro se corta cuando ha llegado al mejor momento y no antes ni después, la regeneración no se produce en todo el rodal a la vez. La irregularidad se ve reforzada por el hecho de que los árboles objetivo pueden ser de diferentes especies, cada una con su velocidad de crecimiento y su diámetro objetivo en función de su calidad. Es decir, no solo la diversidad a nivel individual implica diferentes momentos para regenerar, y por tanto induce la irregularidad, sino que, al trabajar con rodales multiespecíficos estas diferencias son mucho mayores y conducen de forma acelerada a la coexistencia de múltiples generaciones aunque se haya partido de una masa coetánea.

3.3.8. Los instrumentos de planificación forestal

3.3.8.1. **La selvicultura y la ordenación**

Tanto la selvicultura como la ordenación de montes han tenido un desarrollo que se ha visto muy influido por los paradigmas que afectan a la gestión forestal en general. La ilusión de precisión que producen los números ha empapado la esencia de las dos disciplinas. Quizá incluso más en la ordenación, donde parecía que su base radicaba en llenar libros y libros con números que básicamente reflejaban las existencias de las distintas divisiones dasocráticas que se efectuaban. Sin embargo, otros factores distintos de los numéricos habitualmente recogidos en las ordenaciones son decisivos. No es muy importante el cálculo del volumen con precisión, pero sí cartografiar:

- Procesos de sustitución de la especie principal
- Distribución de generaciones o momentos dinámicos, con muchas posibles opciones que cada una se centra en un tipo de información: fases de desarrollo, estadios sucesionales, organización espacial de tamaños (tallas, diámetros) o de estratos en la vegetación
- Concreción espacio-temporal de los distintos tipos de aprovechamientos

Por otra parte, la planificación parece más diseñada para los montes cuya gestión ya está más organizada, pero no para los que más lo necesitan, que son aquellos donde la selvicultura todavía no está implantada o hace décadas en que se perdió. En los montes donde la selvicultura no está asentada, la planificación forestal se debe basar en:

- Afianzamiento de la propiedad, sus límites y sus sistemas de derechos
- Definición de objetivos
- Zonificación de usos
- Áreas excluidas de intervención por cualquier motivo (imperativo legal, riesgos geológicos, etc.)
- Diseño de la red viaria

La gestión preconizada en este texto pone su énfasis en la selvicultura a aplicar en cada tesela de vegetación, a escala de detalle (bosquetes y rodales), y mucho menos en la organización general del monte, a otros niveles superiores. Por otra parte, la planificación debe ser muy flexible, para integrar los eventos imprevistos y no desaprovechar las oportunidades que brinde el futuro. Partiendo de estas bases, se entiende que no tiene sentido ningún esquema rígido de ordenación. Incluso hasta cierto punto pierde sentido la ordenación en su concepción más clásica, para convertirse en un programa tentativo de actividades que tiene su principal virtud en constituir una referencia para los distintos actores que participan de una u otra forma en la gestión forestal. Virtud que arriesga a convertirse en problema en caso de que alguno de esos actores interprete de forma rígida lo que es más un conjunto de líneas de actuación. No obstante, también existe el problema contrario, y más en un país relativamente relajado en el cumplimiento de las normas como es España: la ordenación debe ser flexible en muchos aspectos, pero mucho menos en otros, como todo lo que tenga que ver con la conservación a medio y largo plazo. Por lo tanto será necesario conjugar capacidad de adaptación a las circunstancias con mantener una línea de futuro, lo que no es fácil, sobre todo porque en las decisiones sobre el monte intervienen muchas personas y con expectativas contrastadas.

Dentro de los métodos habitualmente considerados, el esquema descrito correspondería a una ordenación por rodales, en la que cada rodal se trata de acuerdo a su propio intinerario selvícola y a las necesidades económicas del conjunto del monte y del propietario. Las ideas desarrolladas en esta tesis supondrían una aplicación muy flexible de la ordenación por rodales; quizá más próximas a las originales de Friedrich Judeich que a su evolución en el método combinado (ver González-Molina *et al.*, 2006). No se contempla ningún tipo de sacrificio de cortabilidad para alcanzar una constancia de rentas o un balance equilibrado de clases de edad. No obstante, con el tipo de selvicultura aquí descrito, la continuidad del recurso y de los aprovechamientos está asegurada: a escala de rodal, la idea es mantener la cubierta y siempre una cierta cantidad de árboles maduros; en los pastos lo básico es evitar su degradación, por embastecimiento y sobre todo por erosión. La continuidad de los ingresos dependerá fundamentalmente de las coyunturas de mercado, y estas no se pueden prever a largo plazo, por lo que no existe garantía de su mantenimiento. Pero no necesariamente hay que interpretar esto como negativo: nada impide que el precio caiga pero tampoco que mejoren sustancialmente las expectativas, algo que parece razonable a medio y largo plazo teniendo en cuenta el creciente consumo de materias primas que realiza la humanidad.

Las opciones selvícolas son infinitas y la idea es aprovecharlas para conseguir los objetivos propuestos, sin constreñir las posibilidades de actuación por apriorismos; sobre todo del tipo “esto es demasiado complicado”. Una selvicultura avanzada es imprescindible para conseguir los productos de la máxima calidad (como la madera para cubas de vino) y para maximizar el conjunto de beneficios ecológicos. El adagio que podría resumir las ideas aquí expuestas sería: “se debe combinar selvicultura sofisticada y planificación sencilla”. Incluso, con carácter general para todos los montes, puede ser adecuada una simplificación extrema de la planificación, en la que la ordenación se reduzca a:

- Plano de actuaciones con el periodo previsto para cada una
- Directrices generales acerca de:
    - Los objetivos fijados
    - Cómo se debe ejecutar cada acción prevista

Sería una planificación por cabida, sin datos numéricos, o con estos estimados de una forma muy grosera. Las directrices de cada monte deberían ser sucintas, y más todavía si unos mínimos selvícolas estuviesen asentados en la cultura forestal de la comarca.

3.3.8.2. **Ordenación forestal con revisión continua**

Los sistemas tradicionales de ordenación exigen un importante gasto de recursos tanto para la elaboración de los proyectos de ordenación como para sus revisiones, en particular porque conllevan costosos inventarios. El tipo de selvicultura aquí propuesto, que con carácter general se implementa mediante la aplicación de claras frecuentes y suaves, facilita sistemas de ordenación mucho más sencillos y con la posibilidad de evitar las revisiones tal y como se han venido ejecutando. La previsión del periodo entre claras y los datos de madera extraída en el aprovechamiento, que se conocen con precisión pues es el recurso objeto de los contratos de venta, deberían ser suficientes como revisión “habitual” de la ordenación, salvo eventos imprevistos.

A medida que se vayan repitiendo sobre un mismo territorio los vuelos lidar, la información que proporcionan permitirá una estimación muy fiable del crecimiento a nivel de rodal, en incluso de más detalle. Esta tecnología facilitará mucho la implementación de la revisión continua, puesto que en la actualidad el crecimiento es la variable más esquiva, pero decisiva en la selvicultura de cubierta continua. Una vez determinado el crecimiento, el flujo de madera que sale del monte, y que se conoce con gran precisión, es suficiente para determinar si cada rodal se capitaliza o no, y tomar las decisiones oportunas; es decir, graduar las cortas subsiguientes en función del balance entre crecimiento (estimado gracias al lidar) y renovación (determinada por las mediciones de madera). Una vez alcanzado el volumen de capitalización deseado, es sencillo mantenerlo en el tiempo, dentro de unos inevitables márgenes de oscilación. Dado que este volumen de referencia, para cada especie o mezcla de ellas, es muy dependiente de la calidad de estación, es importante cartografiarla; para lo que también la información lidar es de suma utilidad.

Hasta el momento, los servicios forestales españoles han consumido una notable cantidad de esfuerzo, tiempo y dinero en el control de los aprovechamientos forestales, por un lado, y en la elaboración y seguimiento de instrumentos de planificación, por otro. Se supone que los aprovechamientos se ejecutan según lo previsto en esos instrumentos, pero es habitual que esto

no sea exactamente así, a veces en absoluto, por diferentes motivos: eventos imprevistos, planificación en exceso rígida o no adecuada a la realidad terreno, técnicos planificadores demasiado teóricos, funcionarios muy ocupados o desmotivados, propietarios que han cambiado de ideas, etc. Si bien en la gestión ordinaria aprovechamientos e instrumentos de planificación divergían con frecuencia, ambos dominios (planes y su ejecución) confluían de nuevo con ocasión de las revisiones de las ordenaciones, en las que se analizaba el seguimiento que se había efectuado de las previsiones.

La idea de las revisiones está muy bien pensada: es un momento no solo para recopilar lo efectuado y evaluarlo, sino para replantearse todo tipo de cuestiones, desde las de detalle a las más generales. Un periodo de reflexión es fundamental. Pero su objetivo principal no debe ser la recopilación de lo ocurrido y una nueva previsión más o menos continuista: el seguimiento debe ser continuo, y en cualquier momento se debe poder conocer con precisión cómo va la ejecución de lo planificado; y la adaptación en función de los resultados, esto es, la mejora, también debe ser continua, sin necesidad de esperar a las revisiones. Dicho esto, en caso de que cambien de forma trascendental algunos de los factores que afectan a las decisiones de planificación, se hace necesario un replanteamiento general que exceda a este seguimiento continuo.

Cambios decisivos en los factores que condicionan la gestión forestal y por tanto su planificación pueden ser: modificaciones importantes en la estructura del ecosistema, por ejemplo por grandes incendios; en su dinámica, por ejemplo por irrupción del ciervo; en el medio geoclimático, por un cambio climático drástico; en la economía de los recursos, por ejemplo por desplome de precios o valoración de recursos antes no tenidos en cuenta; en factores sociales, como cambio de paradigmas tanto en la administración forestal como en la sociedad o en la entidad propietaria; avances tecnológicos, necesidades acuciantes de las entidades propietarias, etc. Todos estos y otros factores provocan transformaciones del escenario en el que se realiza la planificación. Este es otro motivo más para no gastar muchos esfuerzos en analizar parámetros numéricos, que tienen una validez muy limitada.

Una posibilidad sería efectuar solo revisiones excepcionales como respuesta a cambios importantes y no por sistema cada cierto número de años. No obstante, parece razonable que si en un periodo de 15 años, o como máximo dos décadas, no ha ocurrido nada trascendental que justifique una revisión, se aborde una con la idea de detenerse a realizar una evaluación en profundidad, más allá del seguimiento y adaptación ordinarios. Para este cometido es muy importante la participación de profesionales ajenos a la gestión habitual, porque los gestores pueden interiorizar malas prácticas por la fuerza del hábito, y obviar detalles decisivos por la misma razón.

Una serie de circunstancias provocan que en el Valle de Mena, y al menos en todo el norte de Burgos y zonas limítrofes o semejantes, el esquema tradicional de ordenaciones deba ser sometido a una profunda revisión, por varios motivos:

- Existencia de un mercado para la leña y madera de frondosas, que antes apenas existía y ahora está bien desarrollado
- Proliferación de bosques mixtos, con complejas y variadas rutas dinámicas, algo apenas considerado en las ordenaciones existentes
- Las cifras que podrían haber representado aceptablemente la realidad hace dos décadas ya sirven de poco, tanto en existencias, como en crecimientos, como en proporción de especies, situaciones dinámicas e incluso en la forma de los árboles
- Fracaso de la regeneración natural de pino, debido al denso estrato herbáceo
- La regeneración artificial, que era la base de la ordenación tradicional (tramos de regeneración estricta), resulta ahora demasiado cara
- La Junta de Castilla y León no financia repoblaciones en terrenos recién cortados, algo que antes sí hacía. Al repercutirse el precio de la nueva plantación en el precio de la madera, se vuelven mucho más interesantes los sistemas que procuran la regeneración natural del arbolado, normalmente mediante cortas progresivas que van facilitando el arraigo y desarrollo de las plántulas

Todo esto conduce a pensar que quizá la supuesta excepcionalidad no lo es tanto: en el complejo mundo de factores que actúan sobre los montes los cambios trascendentales parecen ser más la norma que la excepción. Lo que debe llevar al gestor a estar continuamente atento a los cambios de circunstancias y a cierta suspicacia que evite caer en la autocomplacencia irreflexiva.

Los modernos medios informáticos, y sobre todo el desarrollo de los sistemas de información geográfica, deberían permitir fundir aprovechamientos, y trabajos en general, con los instrumentos de planificación. Conceptualmente no hay inconveniente alguno para que los trabajos emanen directamente de lo previsto en los planes especiales de estos instrumentos; en la práctica no es tan fácil, por motivos ya expuestos que causan divergencias entre los planes y su ejecución. De la misma manera, parece bastante lógico que los aprovechamientos (y otros trabajos) se archiven automáticamente en un sistema informático que permita su localización en tiempo y espacio. Y precisamente eso son los planes especiales: una previsión, georreferenciada y temporalmente explícita, de las actuaciones previstas. Por lo que se ahorrarían muchos esfuerzos, y se ganaría en capacidad de gestión, en calidad y cantidad, si se dispusiese de un programa informático que gestionase e integrase tanto la acumulación de información derivada de la ejecución de aprovechamientos y trabajos en general, como las previsiones de los instrumentos de planificación. Idealmente, el programa podría encargarse también de los aspectos burocráticos.

Si además de las actuaciones se registrasen los eventos renovadores espontáneos, al menos los de cierta relevancia, tendríamos caracterizado automáticamente el régimen de renovaciones. Éste es el fundamento ecológico de la revisión continua, que debe servir de soporte para una gestión adaptativa y anticipadora: registro de todas las actuaciones en un sistema de información geográfica, que van configurando el monte y que constituyen el “principio generador” para el posterior manejo. La idea de conocer el sistema a través de los flujos se puede aplicar a bosques y la madera que se extrae de ellos, pero también podría hacerse algo semejante con los pastizales y las cargas ganaderas efectivamente aplicadas. O con matorrales pirófitos e incendios. Y, con carácter general, a ecosistemas cualesquiera conocidos los flujos determinados por los principales eventos renovadores.

Aunque parezca complicado registrar todos los eventos renovadores relevantes, en el fondo no lo es tanto. Ya se hace de forma general, pero falta utilizar un formato integrador que permita agregar la información en un sistema coherente. Así, para cumplir el precepto legal de prohibición de cambio de uso en 30 años en los terrenos quemados, no existe otra forma que creando un registro de esas superficies. Ya previamente los servicios forestales hacían un parte de cada incendio, y en la última década se generalizó el uso del GPS para medir las superficies quemadas; además existen programas que las detectan automáticamente usando imágenes de satélite. En los trabajos financiados con dinero público, existe un proyecto o memoria que los describe, y una representación cartográfica. Algo semejante ocurre con los aprovechamientos, aunque entre ellos existen notables diferencias entre las superficies a las que se refieren los datos: en cortas son rodales; también en pastos adjudicados a un ganadero, pero en los de aprovechamiento comunal son grandes superficies, normalmente del nivel de masas; en los cinegéticos todavía son mayores, pues se refieren a un coto de caza, que abarca terrenos de muchos propietarios, en extensiones que al menos son de 500 ha, que se pueden reducir a la mitad si los fundos pertenecen a un solo titular, pero que con frecuencia alcanzan miles de hectáreas. Lógicamente, cuanto más amplia es la superficie de referencia, menor conocimiento de la distribución de los datos; pero se estima que es suficiente para muchos efectos. Respecto a los derribos masivos, lo habitual es que den lugar a una corta, con lo que nos encontraríamos en el anterior supuesto. En definitiva, en la actualidad el volumen de información respecto al régimen de renovaciones, espontáneas o planificadas, es enorme, pero corre un gran riesgo de perderse si no se integra todo, en el formato y con los requisitos adecuados, en un sistema de información geográfica, que da coherencia y permanencia.

En resumen, el concepto de revisión continua se basa en el seguimiento de los flujos del monte de una forma informatizada, bien organizada y de fácil acceso. Conocida la situación de partida, los flujos al exterior del ecosistema que suponen entre otros la extracción controlada de madera, y la evaluación que implica tanto la demarcación (en todo tipo de usos y aprovechamientos) como el señalamiento (en cortas) y el reconocimiento final (que se efectúa siempre), son suficientes para servir de base para diseñar las siguientes actuaciones; al menos mientras la gestión forestal sea capaz de llevar la iniciativa, evitando eventos “catastróficos” o en general procesos imprevistos. Antes de que transcurra el periodo previsto hasta la nueva actuación, las visitas de gestión habituales deberán evaluar si existen desviaciones respecto a la prognosis efectuada.

3.3.9. Algunos aspectos prácticos de la planificación y la gestión

3.3.9.1. **La red viaria**

La red viaria es la infraestructura básica para la gestión de los montes. Su diseño es trascendental, pues determina las zonas en las que va a ser posible actuar de una determinada

forma, y aquellas que no. A pesar de que su construcción es el trabajo más importante entre los que se acometen en los montes, no ha sido objeto de una adecuada planificación, salvo excepciones.

La red viaria no debe diseñarse para un único fin, sino para la gestión en general. Desgraciadamente, lo común en España, y en el Valle de Mena en particular, es que la mayoría de las pistas forestales se hayan ejecutado para las necesidades concretas del momento, normalmente aprovechamientos forestales pero también extinción y prevención de incendios, ocupaciones de actividades ajenas a la gestión forestal, etc. Si la pista la construye el adjudicatario de un aprovechamiento o el titular de una concesión administrativa, por poner dos ejemplos, y no se imponen por parte de los titulares o gestores del monte especiales limitaciones, lógicamente el que ejecuta la pista lo hará para satisfacer sus propios intereses y no los del conjunto.

Otro factor colabora en la inadecuación de la red viaria a las necesidades de gestión, y es su desarrollo histórico: los que han tenido que decidir el trazado de las pistas lo han hecho según las necesidades y los medios del momento, y es evidente que estos han cambiado profundamente en las décadas recientes. Además, existe cierta inercia para adaptar los antiguos trazados a las nuevas necesidades: en parte por motivos lógicos, como es evitar costes y nuevos impactos; pero también simplemente por pura pereza mental, porque es más cómodo aprovechar lo existente sin evaluar si hoy día habría mejores alternativas.

El resultado de la falta de visión de conjunto y de la inercia psicológica se puede observar en la actualidad en los montes: pistas que siguen trazados absurdos, severas erosiones tanto en la pista como en el monte aguas debajo de la misma, firmes imposibles de mantener a un precio razonable, etc. (ver apartado 3.2.3.2). Como muestra de la insuficiente importancia que se ha otorgado a la red viaria forestal, en la mayoría de los instrumentos de planificación de los montes no figura adecuadamente analizada y diseñada para el futuro. Y, lo que es peor, las nuevas pistas es habitual que no se replanteen con precisión en el terreno antes de su apertura, de forma que el trazado definitivo es decidido por el operario de la máquina que realiza el trabajo. Esto, desde luego, es totalmente inadmisible, en un asunto de semejante trascendencia.

En los proyectos de ordenación y en sus revisiones, al menos cuando afecten a montes en los que la red viaria no está completa o consolidada, debe estudiarse, y plasmarse en un plano, la adecuación de los viales existentes, el diseño de los nuevos y en su caso la anulación de los que no sirvan o conduzcan a severas erosiones. El estudio debe comenzar con la cartografía de la red viaria y un análisis de sus carencias en relación al cumplimiento de los objetivos que se esperan del monte.

Los viales forestales tienen diferente importancia y es preciso clasificarlas al menos en tres categorías: las vías permanentes, que se dividen en principales y secundarias, y las vías provisionales que solo se usan con ocasión de los trabajos forestales y posteriormente se abandonan hasta que son necesarias de nuevo. Es importante remarcar que, a diferencia de lo habitual en España, en el concepto selvícola que aquí se quiere desarrollar, con claras frecuentes, estas vías provisionales lo son solo a efectos de su transitabilidad, porque la idea es que se diseñen y replanteen con precisión y de tal forma que esté asegurada la ausencia de erosión sin que sea necesario mantenimiento alguno: es decir, que también son vías permanentes, por con un uso esporádico y un tránsito no garantizado en el tiempo.

Además del trazado de las pistas forestales es de suma trascendencia la reorganización de la escorrentía que provocan (ver apartado 3.2.3.2).

Figura 3.3.86. En la parte oeste de la imagen (Gijano, Valle de Mena) se observan muchas pistas pero con un trazado realizado para el momento, sin una visión global. En la zona este (Valmaseda, Vizcaya) se ve aprecia una gran densidad de pistas con un patrón definido: explotación de laderas de gran pendiente sin que la maquinaria pise el terreno fuera de los viales.

Figura 3.3.87. Foto 52796. La pista de la izquierda se acaba de construir para sustituir a la otra, que tenía grandes pendientes. Asociadas a ellas casi siempre se desencadena la erosión, y en este caso incluso el tránsito era peligroso. Por ello se ha optado por cortarla y que todo el tráfico discurra por la pista nueva, que tiene mejor trazado. Con el húmedo clima la vegetación cubrirá con rapidez el vial anulado (Campillo, Valle de Mena).

Figura 3.3.88. Foto 49084. Parcela que estaba plantada de *Pinus radiata* y que se ha cortado a hecho. Como es habitual, se han efectuado multitud de pistas con una perspectiva a corto plazo, solo en función del interés del rematante. Esas pistas, debido a su trazado y ejecución poco cuidadosa, se ven sometidas a intensos procesos erosivos. El terreno ha sido adquirido recientemente por una fundación que pretende hacer una gestión más ecológica y ha eliminado las pistas que no considera necesarias para gestionar el monte: todas menos una. Las pistas consideradas inútiles han sido restauradas topográficamente, buscando las formas del terreno originales, y han sido plantadas con árboles (Muxika, Vizcaya).

Figura 3.3.89. Foto 48657. Camino que se ha profundizado en el terreno debido a la erosión. Se trata de un terreno no especialmente proclive a la erosión, como prueba el hecho de que las terrazas que se construyeron en las proximidades hace medio siglo apenas se han derrumbado. Para que se llegue a esta situación se han combinado dos factores: la

pista se trazó con excesiva pendiente y no se realizaron en ella cortes que cada cierto tiempo expulsasen el agua del vial (Vallejuelo, Valle de Mena).

Figura 3.3.90. Foto 52792. Badén en pista de elevada pendiente, cuya construcción casi se encuentra finalizada. En el pasado, los viales forestales se diseñaron en general sin una gran preocupación por evitar las excesivas pendientes; desgraciadamente, ese nefasto hábito no está completamente superado. En general es preferible anular una pista mal trazada y sustituirla por otra (Figura 3.3.87). No obstante, en muchos casos, reorganizar la red viaria preexistente es una alternativa en exceso costosa e impactante. En ese caso al menos se deben procurar que la escorrentía, actuando sobre un camino de pendiente elevada, erosione lo menos posible, tanto su propio firme como el monte. Una alternativa para lograrlo es la instalación de badenes, en terreno natural (más baratos), encachados en piedra o de hormigón armado (los más duraderos y caros). En este caso los badenes se han instalado en una pista con cunetas y pasos de agua. Se ha recogido el agua de la cuneta, que se ve erosionada: interesa fraccionar al máximo posible la escorrentía, y no confiar la evacuación de la cuneta solo a los pasos de agua, que en montaña son muy proclives a un mal funcionamiento (Santa Olalla, Burgos).

3.3.9.2. **El desembosque**

Sobre la red viaria se apoya la red de calles de desembosque. Se diseñan y ejecutan de unos 4 metros de ancho y con una separación media de 25-30 m. Como excepción, en los pinares en los que ya se han efectuado claras, esta separación es inferior, unos 16-18 m, distancia diseñada para que los pies puedan cortarse con una procesadora. Cuando ya exista una red previa más densa, la idea es respetarla.

En general en las calles no se efectúa movimiento de tierras alguno y discurren por línea de máxima pendiente. Existe al menos una excepción: sobre terrenos aterrazados con gran desnivel entre terrazas, algo que impide el tránsito de maquinaria por la ladera y obliga a utilizar como calle una terraza de cada cierto número de ellas; normalmente ese número es cinco.

Figura 3.3.91. Foto 49605 rec abajo. Calles de desembosque en robledal-hayedo que siguen la línea de máxima pendiente. Separación entre calles: unos 25 metros. A pesar de que efectuaron tan solo 4 meses antes de tomarse la imagen, ya son poco perceptibles: solo se aprecian cuando el observador se sitúa justo enfrente de la ladera, como el lugar desde el que se captó la fotografía; pero, incluso desde aquí, el impacto es mínimo. En invierno, al perder las hojas los árboles, inevitablemente se aprecian mejor. Al rápido cierre de dosel contribuyen especialmente las hayas, cuyas ramas con tendencia plagiotrópica se extienden con suma rapidez en cualquier hueco al que tengan acceso; velocidad que está favorecida porque las ramas con más espacio se cargan más de hojas y se vuelven más horizontales, por el peso y gracias a su flexibilidad (San Pelayo, Burgos).

Figura 3.3.92. Foto 46472. Como excepción, en este terreno montañoso aterrazado, las calles de desembosque siguen la curva de nivel, por las antiguas terrazas de la repoblación, de las que aquí se ha cortado y transitado una de cada cinco. En este caso, las calles se confunden con pistas de segundo o tercer orden, pues sus características son muy semejantes (Gijano, Valle de Mena).

Aunque el espaciamiento del arbolado o la maquinaria utilizada permita el aprovechamiento sin calles, conviene con carácter general ejecutarlas, para evitar daños al suelo y a la vegetación fuera de ellas. La idea es que se usen siempre las mismas calles, salvo que se hayan originado en ellas procesos erosivos, lo que sería un gran fracaso de gestión. Es decir, salvo imprevistos, la red de calles de desembosque es permanente. Esta idea está relacionada con el planteamiento oportunista respecto a la gestión y en concreto a la regeneración: su aparición se estima como

positiva en cualquier momento, incluso en periodos muy alejados de la necesidad de renovar, es decir, en rodales dominados por pies jóvenes con un gran recorrido antes de que alcancen su diámetro de cortabilidad. Disponer de esta regeneración es un seguro frente a imprevistos en el incierto futuro de un sistema complejo como es el bosque. Así, por ejemplo, si sobreviene un derribo en masa, o cualquier otro evento imprevisto, se tendría la gran ventaja de que ya existiría una nueva generación de árboles lista para reconstruir con rapidez un dosel arbóreo. Y, si la regeneración puede aparecer en cualquier momento y lugar, y las inciertas circunstancias pueden llevar a aprovecharla, lo lógico es estimular su desarrollo y respetarla, para lo que es conveniente disponer de una red permanente de desembosque que limite mucho los daños.

Figura 3.3.93. Foto 51928. Pinar de silvestre relativamente joven (en torno a medio siglo de edad), con abundante regeneración anticipada de haya y, en menor medida, de otras frondosas. Aunque falta mucho para que los pinos alcancen su madurez, la presencia de regeneración bajo su dosel comporta sobre todo ventajas. Además de constituir un seguro frente a eventos renovadores imprevistos, la regeneración cumple otros objetivos, como servir de refugio para la fauna, impedir el desarrollo de brotes epicórmicos o mejorar la conformación de los pies que vayan surgiendo, que por la concurrencia de los que ya están instalados tendrán forzosamente finas ramas. Por otra parte, la regeneración anticipada implica un mayor aprovechamiento de los recursos del medio por parte de la vegetación, es decir, un incremento de su productividad. Un inconveniente de la masiva presencia de regenerado es que dificulta las operaciones selvícolas, sobre todo cuando se pretende respetar, como es el caso. En primer término se ve haya podada por el motoserrista, para acceder con más comodidad al pino que debía cortar y para realizar su peligroso trabajo con más seguridad, puesto que las ramas bajas del haya impedían una buena visión y reducían la libertad de movimientos (Leciñana, Valle de Mena).

Figura 3.3.94. Foto 52112. Robledal en el que las operaciones de corta y desembosque se han efectuado correctamente. Se observa la casi total ausencia de daños, excepto uno en la base del árbol mejor conformado en el bosquete. Es mucho más importante evitar afectar a los pies de porvenir que a los demás. Pero exigir a los operarios que estén pendientes de la calidad de todos los árboles es excesivo: para evitar por completo daños en los de más calidad es preciso marcarlos, algo que aquí no se ha efectuado (Gijano, Valle de Mena).

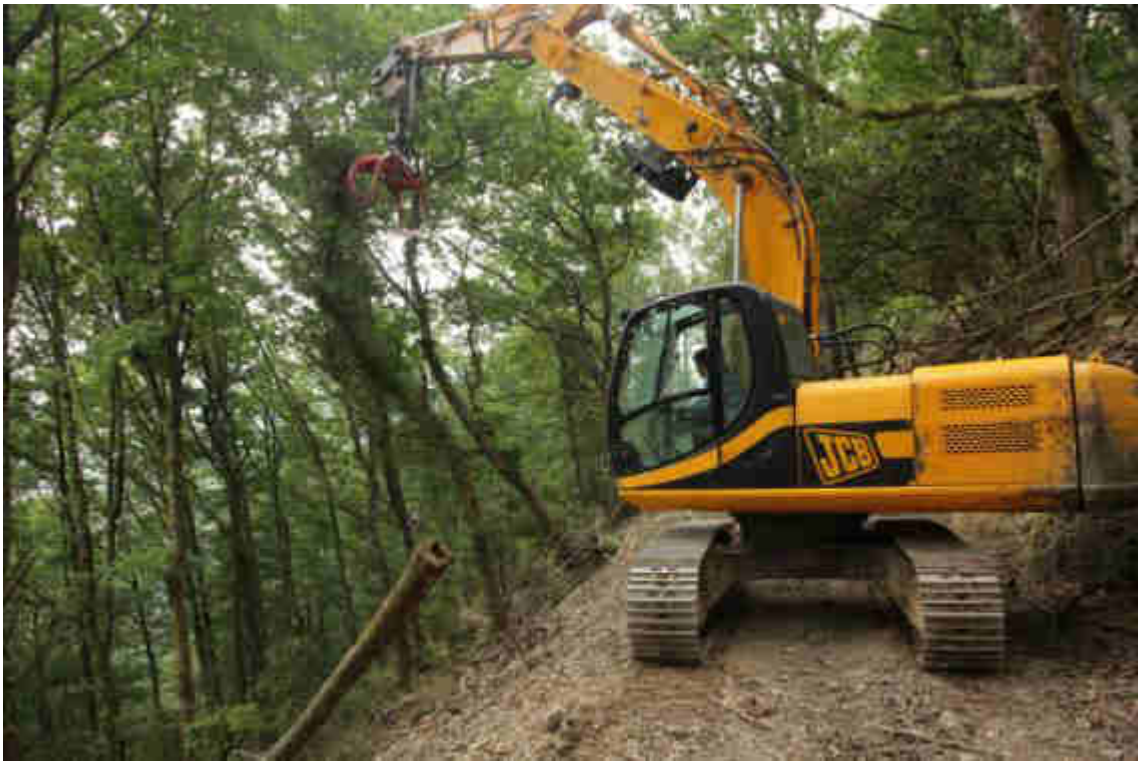


Figura 3.3.95. Foto 51896. El uso de la maquinaria adecuada a cada tipo de situación es fundamental para prevenir daños en el desembosque. Retroexcavadora equipada con una polea y un cabrestante, desemboscando robles en ladera de elevada pendiente (70%). Permanece en la pista desde la que puede cablear unos 100 m. Como el punto desde el que tira el cable es relativamente elevado, y se puede mover gracias a los hidráulicos de la retroexcavadora, es más fácil dirigir el tronco para que no dañe a los pies remanentes. Además dispone de una pinza con la que puede

agarrar los troncos y girarlos a conveniencia una vez que están en sus cercanías; así se evitan daños por roce a los árboles ubicados cerca del terraplén (Gijano, Valle de Mena).

3.3.9.3. **Instrumentos de planificación sin inventario dasométrico**

En el pasado, los proyectos de ordenación forestal y sus revisiones han precisado costosos inventarios de existencias maderables, que empezaron siendo pie a pie, posteriormente con un muestreo estadístico por parcelas y muy recientemente con el apoyo de la tecnología lidar. Sin embargo, en el actual contexto socioeconómico y ecológico, no tiene sentido un cálculo muy exacto de la posibilidad, salvo circunstancias muy concretas (por ejemplo, si existe una obligación de suministro constante). Uno de los motivos es que hoy en día las cortas se realizan muy por debajo del crecimiento en casi todos los montes españoles, por lo que se pueden incrementar moderadamente sin comprometer su sostenibilidad. Por otra parte, el volumen de madera no es en sí mismo un factor ecológico de primer orden, aunque sí guarda estrecha relación con otros que sí lo son, como la composición específica y la estructura; en este sentido, su cuantificación precisa tiene más que ver con la importancia económica y la relativa facilidad de medida, y por eso en una gestión ecológica no es imprescindible una gran precisión en su cálculo, aunque sí una evaluación aproximada. Por último, desde un punto de vista económico tampoco el volumen en sí es una buena medida del valor maderero de un bosque, puesto que la calidad de la madera puede hacer variar su precio en más de un orden de magnitud.

Contrastando con la gran importancia otorgada al cálculo preciso de las existencias maderables, generalmente no se ha otorgado suficiente importancia a un aspecto tan esencial como es el establecimiento claro de los objetivos y la integración práctica de todo aquello que sea relevante para la gestión: inclusión en Red Natura o como espacio natural protegido y en su caso normativa de protección, ganadería, micología, apicultura, gestión cinegética, derechos vecinales, conflictos de propiedad, etc.

También se ha minusvalorado la estructura y dinámica del bosque, que es muy relevante desde un punto de vista ecológico y por tanto selvícola. Por ejemplo, importa mucho más conocer si una especie forma subpiso bajo otra que sus volúmenes respectivos. Para un volumen dado pueden existir muchas combinaciones estructurales que cada una represente una situación dinámica bien distinta.

Tanto el análisis de la vegetación como las acciones previstas en el plan de ordenación se deben referir a un preciso ámbito espacial. Normalmente se trabaja a una escala de 1:10.000, que es la adecuada para representar entidades territoriales del nivel de rodales. También existe la posibilidad de ir a un poco más de detalle: las imágenes disponibles hoy día son de suficiente calidad como para usar de base una cartografía de escala 1:5.000. En ambos casos, además de las teselas de vegetación es adecuado reflejar elementos puntuales (por ejemplo, un árbol monumental).

La moderna tecnología de toma de datos mediante sensores remotos o vuelos aéreos, y su facilidad de representación a través de sistemas de información geográfica, permiten dar al espacio y al tiempo la importancia que merecen en la representación de la realidad ecológica: los planes deben ser espacial y temporalmente explícitos, lo que facilita enormemente su ejecución y seguimiento.

En esta nueva concepción de la ordenación y la selvicultura, los costosos inventarios se sustituyen por una descripción selvícola efectuada por un profesional con conocimientos de ecología forestal. Él se encarga de dividir el monte en teselas, primero sobre ortofotografía, con apoyo de los vuelos lidar y con la cartografía temática que sea útil para este propósito. Posteriormente, él mismo completa y matiza la división realizada mediante observación directa pero a distancia y, en caso de ser necesarios, con recorridos por el monte.

De forma resumida, los criterios para dividir teselas, ya expuestos con carácter general en los capítulos 1 y 2, con una orientación útil para la gestión forestal podrían ser los siguientes:

- Tipo de formación: bosque, matorral, pastizal, construcciones, prados, cultivos agrícolas, roquedos, etc.
- Fracción de cabida cubierta
- Estratos: arbóreo(s), arbustivo, subarbustivo y herbáceo
- Especies. Si hay varias en un estrato se refleja su cubierta relativa
- Tamaños, tanto en el dosel superior como en el subpiso: diseminado, repoblado, monte bravo, latizal (delgado, medio y grueso) y fustal (delgado, medio y grueso)

- Calidad de los fustes, en las diferentes especies y tamaños de los árboles del dosel superior. La calidad se estimará como potencialidad para producir en el futuro madera del mayor precio posible según la valoración actual del mercado. Se establecen cuatro tipos de calidad:
    - Pies cuyo destino será trituración
    - Pies cuyo destino será sierra de baja calidad (calidad C francesa)
    - Pies cuyo destino será sierra de alta calidad (calidad B francesa)
    - Pies cuyo destino será ebanistería, desenrrollo, chapa a la plana o, en el caso de robles, cubas de vino (calidad A francesa)

Los anteriores criterios ya han sido desarrollados previamente, excepto la calidad de los fustes, que es una medida de la potencialidad para producir madera de elevado precio, pero que no se ha utilizado usualmente en los estudios realizados en los montes españoles. No obstante, la idea de emplear este factor no es desde luego nueva, y por ejemplo la Marina española evaluaba los montes en función de su potencial para cubrir sus demandas, entre otros factores como el obvio de la distancia al mar (ver una relación de documentos sobre este tema en: de Aranda y Antón, 2003). Mucho antes, los lugareños ya analizaban los árboles según su posible aptitud futura para suministrar los materiales que necesitaban, y llegaban mucho más allá, puesto que diseñaron sofisticadas técnicas para desviar a los pies elegidos de sus patrones genéticos de crecimiento y obtener con precisión las formas en la madera que necesitaban (Aragón, 2001). A veces se ha confundido la calidad tecnológica de los fustes con la de estación; ambas no son independientes pero presentan relaciones complejas, incluso contraintuitivas (fustes mejor conformados en lugares relativamente pobres). Las diferencias relevantes (para la gestión) en número de pies de calidad o en la calidad media deberían implicar la diferenciación de teselas de vegetación que presenten el resto de características comunes.

Como se comprueba, los criterios expuestos son los utilizados en los capítulos 1 y 2 para la delimitación de teselas, con la diferencia de que se ha añadido aquí la calidad de los fustes. Desgraciadamente, el establecimiento de clases de calidad en los rodales de los bosques meneses exige un trabajo de campo tan minucioso que requiere de mucho tiempo y energía, y se estima que el coste es excesivo para la gestión propuesta y para los objetivos de esta tesis. No obstante, se apunta aquí la idea de que es posible que se pueda relacionar, hasta cierto punto, la calidad con la altura y la densidad de pies (variable esta última que no se ha analizado para los bosques meneses), de forma que se abaratarían los costes para estimar esa calidad; pero de momento es solo una hipótesis que resta de confirmación, y que además siempre será una aproximación que no podrá sustituir a un detallado trabajo de campo.

Lo lógico sería ponderar el volumen en cada clase de calidad por su valor, ya que este aumenta de forma no lineal, sino más bien exponencial, con la calidad (Figura 3.3.96).

En caso de que se disponga de información cuantitativa, se podrá incluir para la división de las teselas. Particularmente interesante para este objetivo son los datos lidar que se obtienen de forma muy directa de las nubes de puntos: alturas, fracciones de cabida cubierta y las combinaciones entre ambas. Las alturas están relacionadas con las clases de tamaño, aunque como se ha expuesto la relación no es simple. La información lidar presenta muchas ventajas respecto a la habitualmente extraída de las parcelas de muestreo tradicionales: es mucho más barata, es muy precisa en alturas y fracciones de cabida cubierta, está ubicada con exactitud y permite una representación continua y de gran calidad.

Incluso los datos lidar sometidos a un procesado sencillo, sin necesidad de realizar costosas parcelas de contraste en el campo, son sumamente útiles para la gestión forestal. La altura de la vegetación, sobre todo en combinación con la fracción de cabida cubierta, es directamente aplicable en la toma de decisiones selvícolas; por ejemplo, para fijar y delimitar los rodales prioritarios para la realización de claras.

En montes en los que la selvicultura se encuentra en sus balbuceantes inicios, donde la cubierta es densa y la altura elevada, es muy probable que sea conveniente un tratamiento de clara: si en estas zonas no se ha intervenido en las últimas décadas, sobre todo si el medio geoclimático es bueno para el desarrollo de la vegetación, y salvo raras excepciones, los árboles crecen en excesiva espesura. El carácter de excesivo o no siempre hay que ponderarlo en relación a los riesgos a que se ve sometido el bosque y al cumplimiento de los objetivos establecidos. La existencia de cortas previas al análisis enerva la validez de la altura como factor de ubicación de las claras, porque para una misma altura y fracción de cabida cubierta la selvicultura previa puede cambiar radicalmente el volumen existente en un momento dado.

La clasificación cualitativa y los datos lidar permiten, de forma conjunta, si así se desea, aportar unos datos cuantitativos acerca del volumen por unidad de superficie, para cada tesela. Donde existan varios vuelos lidar en diferentes fechas se puede afinar, sin excesivo coste, en el cálculo de una de las variables dasométricas más relevante pero más elusiva: el crecimiento. El cálculo del crecimiento en altura por diferencia de datos lidar tomados en distintos años es teóricamente muy preciso, aunque ya se ha comprobado en el apartado 2.4.6.3 que no está exento de problemas, que se supone se solventarán fácilmente en el futuro. Mediante la aplicación de modelos se puede calcular el crecimiento en volumen, de forma menos precisa que el de la altura, pero suficiente para la mayoría de los objetivos.

Para conocer el grado en que los árboles crecen, a escala detallada, no es imprescindible efectuar un inventario en el que se extraigan muestras del tronco, o comparar dos inventarios o vuelos lidar: el incremento diametral es directamente proporcional al follaje, y el crecimiento en altura se puede estimar con razonable precisión juzgando la parte superior de la copa de un árbol, por las últimas metidas y también por la forma de esa parte apical, según sea más apuntada (crecimiento activo) o más aplanada (estancamiento). Esta es la base para una aplicación sui géneris del método de control, a efectuar sobre el terreno sobre todo con ocasión de los señalamientos o, en general, con las visitas al monte para realizar cualquier trabajo.

Disponer de un mapa de crecimientos facilitaría enormemente cartografiar otro factor ecológico de primer orden: la calidad de estación. Simplemente sería necesario ponderar los datos de crecimiento con las especies a que corresponden y su edad aproximada.

Aunque en principio la idea aquí expuesta se basa en reducir costes evitando los costosos inventarios sobre el terreno, extraordinariamente, por necesidades específicas, se podrían realizar parcelas relascópicas. En ellas se mide el área basimétrica, que se clasifica en unos pocos tipos de intervalos diametrales, para lo que se utiliza un contador además de un relascopio, lo que permite clasificar el volumen según diámetros y estimar el número de pies. Estas parcelas se pueden ubicar de forma subjetiva intentando que representen lo mejor posible los atributos de la tesela en la que están incluidas, o mediante una malla que las distribuya regularmente, si bien en este caso los costes empiezan a parecerse a los inventarios tradicionales. En todo caso, aunque las parcelas relascópicas son relativamente rápidas de ejecutar, comparten con las que se efectúan habitualmente el mismo problema básico: es muy costoso ubicarse en el terreno, sobre todo en lugares montañosos y con malos accesos; algo por otra parte muy común en los macizos forestales sin tradición selvícola.

Las actuaciones a realizar se deben definir con precisión en el espacio y, algo menos, en el tiempo; esto es mucho más crucial que su precisa cuantificación. Es importante una cierta flexibilidad por varios motivos: disponibilidad presupuestaria, oscilaciones en el mercado de los productos forestales, eventos renovadores imprevistos, etc.

Una cuestión cartográfica de la máxima relevancia es la representación de las zonas en las que se haya decidido realizar intervenciones y aquellas en las que no, con dos opciones:

- Sin intervenciones en el plan especial, pero probablemente en el futuro
- Áreas de reserva. En general son zonas cuya explotación no es rentable sin una gran inyección de dinero público. Cuando esto no es así, es especialmente importante el consenso social para establecerlas

Las áreas de intervención tienen forzosamente relación con la red viaria, cuyo diseño es fundamental, según lo expuesto en el apartado 3.3.9.1. En su representación cartográfica debe reflejarse de forma inequívoca las diferentes categorías de viales, y otros aspectos que se consideren esenciales, entre otros si están abiertos al uso público o no.

Si bien la planificación no precisa de costosos análisis cuantitativos, su seguimiento debe realizarse de forma numérica y continua, además de georreferenciada. En realidad, el planteamiento es prácticamente el inverso al tradicional: obtener los números a posteriori, dentro del marco de la revisión continua, y no a priori como se venía haciendo con un notable esfuerzo en tiempo y dinero. Al finalizar cada corta se realiza un acto formal de evaluación, en el que intervienen el propietario, el ejecutor y, en el caso de los montes de utilidad pública, un representante de la administración forestal, que levanta un acta. Es una magnífica ocasión para analizar no solo si las operaciones de corta y desembosque han sido correctamente ejecutadas (lo que es el objeto de esa reunión sobre el terreno), sino también la corrección del señalamiento y el tiempo que se prevé en el que deba tener lugar la siguiente clara, en función de los objetivos fijados, del aspecto del monte y del conocimiento de su dinámica, en particular de los patrones y velocidad de crecimiento. Es muy importante que, además de los datos de volumen que

habitualmente se recogen, se elabore un plano de lo ejecutado finalmente, para referenciar la corta e introducirla en un sistema de información geográfica.

Figura 3.3.96. Foto 50025. Roble de gran tamaño y magnífica calidad. Por un árbol así pueden pagarse más de 10.000 euros. Conseguirlo no es solo cuestión de suerte sino que es condición necesaria la aplicación de una selvicultura esmerada y mantenida en el tiempo, en un lugar adecuado para su desarrollo. Muchas hectáreas de los bosques españoles, cortadas a hecho, no proporcionarían tanto dinero. El medio geoclimático de Mena, y de muchas otras zonas del norte de España, no es peor que el de estos montes centroeuropeos; por lo que llegar a tener estos productos de tanto valor no es imposible, sino cuestión de iniciar una selvicultura que persiga ese objetivo y, sobre todo, lograr una constancia en su aplicación. Con la posibilidad de obtener productos así resulta evidente que merece la pena esforzarse en buscar la excelencia. El roble es una de las especies arbóreas que más capacidad tiene de aumentar su valor en función de la calidad (Uttwiller, Francia).

Figura 3.3.97. En los bosques meneses funciona la regla de "si es alto, hay que hacer una clara". Incluso (y desgraciadamente) se puede aplicar otra regla: "si es alto y no se ha intervenido, hay mucha calidad": las cortas por lo bajo y una determinada forma de concebir la selvicultura numérica han sido letales para la calidad. Las dos imágenes se han tomado en magníficos robledales. La fotografía superior es de un rodal en una solana de los montes de Ordunte; supera los 25 metros de altura en buena parte del rodal e incluso los 30 en las mejores zonas, que son las vaguadas (hacer referencia a la figura… derribos 540 curvas de nivel lidar) (Gijano, Valle de Mena). El robledal de la imagen inferior presenta regeneración anticipada de haya, y en él la elevada concurrencia resulta patente por las esbeltez de los fustes y por el gran número de pies que van sucumbiendo y cuyos troncos se ven en el suelo o en algunos casos permanecen muertos y en pie; la altura de los robles es semejante al otro robledal descrito, si bien en el rodal hay bosquetes que superan los 35 metros (Nava de Ordunte, Valle de Mena).

Figura 3.3.98. Pinar de *P. radiata* en el que se han efectuado tres claras. En este bosquete los pinos son tan altos (algunos llegan a superar los 40 m; es el rodal donde se concentran los árboles más altos del Valle de Mena, y de todo el norte de Burgos) y se encuentran tan separados que permiten el desarrollo de árboles tan intolerantes como los sauces y los abedules. También abundan en el sotobosque tojos y madroños, así como la regeneración anticipada de

roble y encina. En los escasos lugares del Valle de Mena donde se ha aplicado una selvicultura durante décadas, la altura es un parámetro menos útil para ubicar las zonas de clara más urgentes (Nava de Ordunte, Valle de Mena).

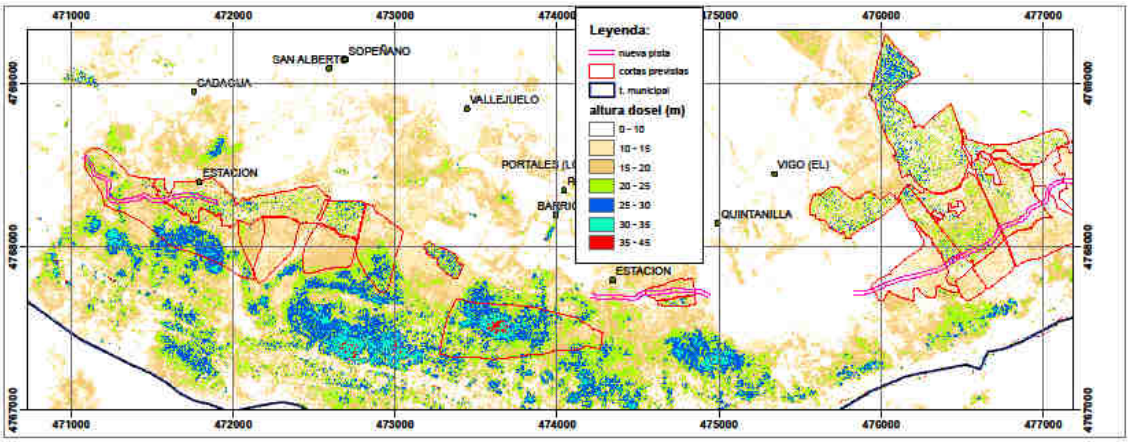


Figura 3.3.99. Mapa de alturas de la vegetación a partir de información lidar en un sector de los montes de la Peña. Las zonas con talla de arbolado más elevada se corresponden con gran precisión con las más necesitadas de claras. En general esta relación es muy común en todos los bosques de frondosas espontáneas en el norte de España, pero en los pinares la relación no es tan precisa, dado que en ellos se han concentrado en el pasado las intervenciones selvícolas. No obstante, en las áreas con menor tradición selvícola, la relación también funciona con las coníferas. Y este es el caso de los montes de la Peña, en los que apenas se han hecho claras en las repoblaciones de pino (ver imagen…-pinar de Vallejo-) y ninguna en los bosques de frondosas. Se observa que no existe una buena correspondencia entre las áreas que la información lidar detecta como más necesitadas de claras y aquellas en las que estas cortas están previstas para los dos próximos años. Los motivos para esta discrepancia son varios: por una parte, la previsión de cortas se realizó antes de disponer de la información lidar; por otra parte, y más determinante, además de los motivos estrictamente selvícolas, la prioridad en las claras responde a otros criterios, y aquí en concreto se han elegido rodales que ya tuviesen acceso por pista o aquellos otros en los que estaba previsto construir un nuevo vial. Se han marcado en el plano los tres nuevos tramos de una pista general que se ha diseñado para dar servicio a todo el sector aquí incluido, y que se prevé financiar con parte de la madera incluida en los lotes aquí representados (ver imagen… de la pista autofinanciada construida en Gijano).

3.3.9.4. **La posibilidad de corta**

Desde hace décadas existe un proceso de rápida acumulación de madera en los montes españoles, derivado de que el conjunto de eventos renovadores, entre los que el mayor peso lo tienen cortas e incendios, se queda muy lejos de lograr compensar el crecimiento de los árboles. La situación es la contraria al “sistema agrario tradicional”, cuando los montes estaban sometidos a una gran presión. Y en ese contexto social y ecológico es el que se han forjado los fundamentos de la ciencia forestal y de sus aplicaciones prácticas tales como el desarrollo de una administración forestal.

Un bajo nivel de cortas es algo muy deseable tras un dilatado periodo de intensa explotación: esto permite la recuperación forestal, que conlleva, entre otros muchos aspectos, la capitalización de los montes en existencias de madera. Además, y contrariamente a lo que a veces se supone, muchas zonas de los montes están ahora menos accesibles a los medios de explotación que durante el sistema agrario tradicional. Hoy día, en España, en las zonas de relieve quebrado, solo se explota una banda de como mucho 100 m de ancho rodeando las pistas forestales, dado que todavía no se ha extendido la tecnología centroeuropea que permite ampliar estas superficies. Un siglo antes, una densa y, desde la perspectiva actual, intrincada red de caminos y veredas accedía a casi todos los rincones de los montes.

Figura 3.3.100. Imagen del sistema agrario tradicional en plena vigencia, en el norte de África, solo 100 kilómetros al sur de tierras gaditanas. Los profesionales forestales europeos, con sus paradigmas, técnica y normativa, han nacido como colectivo en un contexto de elevada presión sobre los montes, semejante al mostrado en la imagen. En esta situación los montes tenían una posición residual; pero ha cambiado radicalmente en España, y décadas o más de un siglo antes en el resto de Europa occidental. Es preciso adaptarse al nuevo escenario (Chefchaouen, Marruecos)

La posibilidad normalmente no se ha evaluado fuera de los macizos forestales donde se ha aplicado la selvicultura durante décadas, y de los grandes conjuntos de repoblaciones en los que se ha empezado a trabajar recientemente. También se ha aplicado de forma distinta según el grado de aprovechamiento de cada especie, lo que tiene su lógica: por ejemplo, en las ordenaciones efectuadas en las décadas recientes en el norte de Burgos, no se incluía el cálculo de crecimientos en las frondosas, dado que para estas solo se prescribían "cortas de mejora" de pequeña entidad.

En la actualidad, en la mayor parte de los montes, sería más necesaria una “posibilidad mínima”, un umbral de aprovechamientos por debajo del cual no se satisfacen objetivos básicos. Por ejemplo, la conservación de ciertos ecosistemas. Pero las inercias son muy difíciles de vencer, y los esquemas mentales no se sustituyen con facilidad.

En este contexto de subexplotación no son necesarios grandes esfuerzos en el cálculo de la posibilidad, en especial si se realizan cortas de intensidad ligera, como las aquí propuestas. Un elevado gasto en inventarios forestales no tiene una justificación fuera del dominio intelectual de la selvicultura numérica. Confiar la bondad de la gestión forestal a la adecuación del monte a modelos numéricos es un ejercicio de optimismo infundado, que además sale caro. Sustituir la realidad del monte por números que lo simplifican enormemente es una perversión. Además, después de una importante inversión en tiempo y dinero para obtener la “cifra mágica” de la posibilidad de corta, es muy habitual que no se realice un cuidadoso señalamiento de los pies a cortar por parte de personal especializado; al fin y al cabo, si lo más importante es alcanzar un volumen de corta dado, la selección de los pies es una tarea secundaria. La combinación de elevados costes de inventariación y elección de pies a cortar por el maderista es un resultado final habitual en la selvicultura numérica.

3.3.9.5. **Los señalamientos de las cortas**

La operación de señalamiento es imprescindible para asegurar el cumplimiento pleno de los objetivos selvícolas. Como en las pistas forestales, ha sido habitual en España ejecutar el trabajo sin un marcado previo por personal especializado: los operarios, con frecuencia destajistas, elegían los árboles a cortar, en teoría según unos criterios fijados pero que en la práctica no eran fáciles de hacer respetar a través de la cadena de mando, y que en todo caso no podían ser muy elaborados; lo que reducía la selvicultura a un conjunto de normas simples y casi siempre simplificadoras. No es buena idea que elija los árboles a cortar la persona que tiene una motosierra en la mano: en el mejor de los casos es un trabajador con una terea muy dura que no va a pararse a reflexionar; en el peor puede haber una intención por cortar los pies más valiosos, algo que una vez hecho no tiene remedio y difícil prueba, pues siempre se encuentran argumentos para justificar una operación defectuosa de este tipo.

Una buena práctica de la selvicultura exige que no se corte ningún árbol que no haya sido marcado previamente por un especialista. Además de los pies a cortar se deberían señalar al menos aquellos con los que se debe tener un especial cuidado durante los trabajos de apeo y desembosque; bien porque se trate de pies de porvenir, porque sean árboles de especies muy escasas, por albergar nidos, por su avanzada edad o por cualquier otro motivo que les otorgue un valor fuera de lo común.

Las normas de señalamiento son de aplicación incluso en clareos (o quizá habría que decir sobre todo en clareos): muchos bosques se han arruinado para siempre (hasta su renovación completa) debido a un tratamiento selvícola inadecuado cuando se encontraba en fase de latizal (Figura 3.3.101). Los tratamientos selvícolas son en cierto sentido más peligrosos que las cortas comerciales por un motivo: en los clareos raramente se cortan los pies de mayor tamaño, porque no se organiza la red de desembosque y no hay costumbre de que quede madera gruesa cortada en el monte; pero precisamente son esos pies, en muchos casos, los peor conformados y los que además ocupan más espacio y consumen más recursos.

Lo deseable es marcar todos los pies a cortar, pero en ciertas circunstancias es una opción asumible señalar solo los pies de porvenir, y condicionar la corta en función de las relaciones de competencia entre los árboles a cortar y los de futuro (Figura 3.3.103). Esto por ejemplo puede tener sentido en jóvenes pinares en los que se vaya a efectuar la poda de esos árboles de futuro, pero sería un desastre en robledales o rebollares en los que se aspire a conseguir madera de calidad: como lo pinos no son capaces de brotar del tronco, no existe riesgo de que generen brotes epicórmicos y hay más libertad para cortar a su alrededor; de manera que se puede permitir que el maderista efectúe la elección de qué pies en concreto se cortan para favorecer a los pinos de porvenir, con un criterio simple, por ejemplo apear uno o dos por cada uno de futuro.

El señalamiento es una operación laboriosa pero su coste es asumible en la mayoría de los casos. En general, en los montes catalogados se realiza por el propio personal de la administración forestal. Cuando es necesario contratar un señalamiento, el precio por hectárea oscila entre 40 y 100 euros, en función del número de pies a marcar, método de señalamiento (más caro si se exige martillo con sello), dificultad de tránsito, exigencia o no de cubicación, etc.

Además de la elección de los árboles en función de su calidad y objetivos, es importante prever dónde va a caer y cómo se va a desemboscar, en particular en el caso de los árboles grandes. Es mejor anticipar problemas, que pueden surgir, por ejemplo, si se señala un árbol muy copudo al que no se genera antes un hueco donde caer; para solucionarlo puede ser necesario cortar anticipadamente otro u otros, y esperar a la siguiente intervención para cortar el pie copudo. La idea es que los señalamientos, además de ser el instrumento a través del que se aplica la selvicultura, eviten daños, ahorren costes, tiempo y esfuerzos, y prevengan accidentes. En definitiva, gastar un poco en materia gris para ahorrarlo posteriormente. Por eso, idealmente, las personas que se encargan de los señalamientos, además de poseer una sólida formación selvícola, la deben tener sobre las técnicas de desembosque, el funcionamiento de la maquinaria y las prácticas habituales en la zona.

Aunque con carácter general toda corta debería estar previamente señalada, al menos mediante la identificación de los pies de porvenir, puede haber algunas excepciones. Por ejemplo, en bosques impenetrables, donde el movimiento es muy costoso, o cuando es preciso marcar una gran densidad de pies de bajo valor en bosques relativamente homogéneos y sin pies de calidad. En estos casos se encarece mucho el trabajo y además de penoso el señalamiento se ve muy dificultado por una visión reducida, que impide tener una adecuada perspectiva (Figura 3.3.102).

El señalamiento una operación laboriosa pero sus costes son asumibles, normalmente en Mena entre el 5 y el 20% del precio de la madera en pie; porcentaje que baja ostensiblemente en los mejores rodales. En este sentido, el momento en que el coste es más elevado en relación al producto obtenido es la primera clara, y hay en España una tendencia generalizada a no señalarla. Pero la primera clara es fundamental para el futuro de cualquier rodal (ver apartado 3.3.6.2): si en esa primera intervención se eliminan los pies de porvenir, ya todos los esfuerzos posteriores van a perder buena parte de su sentido.

Es importante que exista un código en los señalamientos que todos los trabajadores forestales deben conocer y respetar; con un tipo de marca para los pies a cortar, otro para los pies que bajo ningún concepto se pueden dañar, una señal para las calles de desembosque, otra para indicar la dirección de caída de los pies en caso de que esta sea deseable o imprescindible, y en general todas aquellas marcas que se juzguen necesarias para que la corta se realice conforme a lo diseñado y para prevenir accidentes a los operarios (Figura 3.3.104 y Figura 3.3.105).

El hecho de que en España no se hayan desarrollado, o al menos extendido, códigos de señalamiento en las cortas de madera es un signo del escaso desarrollo selvícola: estas marcas son imprescindibles para lograr la excelencia en los trabajos de corta y desembosque. El código expuesto en la Figura 3.3.104 es una adaptación a las condiciones locales del que se emplea en bosques del centro de Francia. El grado de refinamiento del código es una medida de los avances experimentados en las prácticas selvícolas.

Figura 3.3.101. Bosque mixto de frondosas ubicado en una umbría. Está dominado por hayas, que en su mayoría son brotes de cepa. Además hay quejigos, rebollos, arces (*A. campestre*), mostajos (*Sorbus aria*), acebos y avellanos. Dos años antes de tomarse la imagen se ha efectuó el clásico tratamiento selvícola; básicamente un clareo por lo bajo, ya que no hay mucho que podar o desbrozar. En el clareo, que ha sido relativamente intenso, se han cortado pies de todas las especies sin mucho criterio; muy probablemente los operarios ni siquiera supieran identificar los árboles, pues a pesar de que se les indicó que no cortasen los mostajos, el rebrote de estos muestra a las claras que la instrucción no se cumplió. El personal de las cuadrillas que efectúan estos trabajos carece de la preparación selvícola necesaria para ejecutarlos correctamente; pero, aunque la tuviesen, no es buena idea que alguien que tiene que realizar un esfuerzo físico importante, como es un motoserrista, tenga a la vez que pensar de forma refinada sobre qué pie debe cortar. Se aprecia perfectamente el límite entre la zona en la que se ha efectuado el tratamiento selvícola y en la que no, situada en segundo plano. Teniendo en cuenta la elevada intensidad de la corta, que no hubo señalamiento previo (como suele ocurrir en estos trabajos) y el hecho de que los clareos tienden a ser por lo bajo, es muy probable que la mayoría de los pies que podrían tener calidad en el futuro hayan sido eliminados en el tratamiento, y así de hecho queda de manifiesto cuando se cruza la línea que divide la parte clareada de la que no lo está: en esta última hay una base mucho más amplia para trabajar sobre ella y poder generar en un futuro madera de calidad, o en general para conseguir cualquier objetivo. Una vez efectuada la corta, solo se puede especular sobre el porte de los pies extraídos; esta imposibilidad de comprobar de forma fehaciente lo inadecuado del trabajo efectuado da cobertura a la clásica disculpa de "es que el rodal ya era peor que el resto antes del tratamiento" (Espinosa de los Monteros, Burgos).

Figura 3.3.102. En el húmedo y templado clima menés las enredaderas se desarrollan con profusión. Bosque impenetrable debido sobre todo a la abundancia de *Smilax aspera*. En estas condiciones de transitabilidad el señalamiento previo de los pies a cortar es un trabajo tan penoso y poco eficiente que no se realiza. En general se prefiere no efectuar cortas en este tipo de rodales, con la esperanza de que una mayor espesura favorezca un tránsito más fácil. Pero hay excepciones, sobre todo en pinares de *P. radiata*, en los que es preciso trabajar en lugares casi completamente inaccesibles para las personas; cuando la topografía lo permite, las procesadoras realizan la corta y despejan en parte, y transitoriamente, el terreno (Vivanco, Valle de Mena).

Figura 3.3.103. Pinar de *P. radiata* en el que se está efectuando una primera clara. Se han seleccionado unos 100 pies de porvenir por ha, que aparecen marcados con pintura roja y que ya se han podado en altura, hasta 5,5 metros. También hay marcas, por ejemplo, para los pies que se deban respetar por algún motivo distinto de ser un árbol de porvenir (por ejemplo, por ser un roble regenerado o un pino con un nido), y se han señalado algunos que forzosamente se deben apear. En la corta se han liberado los pies de porvenir y en el resto de la masa se ha efectuado una clara de espaciamiento (Hornes, Valle de Mena).

Árbol a cortar con destino leña o trituración

38 Árbol a cortar: nº de árbol marcado con el martillo

A Árbol a anillar

Sentido recomendado de caída

Sentido obligatorio de caída

Árbol de porvenir

Árbol a preservar: en ningún caso se podrá dañar en el apeo o extracción de los otros

Árbol muerto a dejar

Calle de desembosque

Figura 3.3.104. Código de señalamiento empleado en los montes catalogados del norte de Burgos. Solo se han representado las macas más asiduamente utilizadas.

Figura 3.3.105. Foto 44818. Joven roble creciendo como regeneración anticipada bajo pinar de *P. radiata*. Se trata de la misma corta que la de la Figura 3.3.103. Se ha marcado con tres rayas horizontales que indican que se debe ser muy cuidadoso para evitarle daños en los trabajos de clara, que ya han concluido. Antes de implantar el código de señalamientos, era habitual que en las cortas de estos pinares no se respetara el regenerado de frondosas, que eran eliminadas sobre todo en las operaciones de desembosque (Hornes, Valle de Mena).

Figura 3.3.106. Foto 40806. Esta marca es un buen exponente del sistema selvícola adoptado, con decisión de corta para cada individuo y con seguimiento temporal: se pone en pies de considerable valor, que se prefiere no cortar por el momento pero que por su escasa vitalidad u otros motivos se desconfía de que puedan llegar vivos a la siguiente corta; la marca es una indicación para que cada vez que se pase por allí se debe evaluar el vigor del árbol (Montejo de Bricia, Burgos)

3.3.9.6. **La formación de los profesionales forestales**

Una selvicultura de calidad, refinada y basada en el conocimiento ecológico no se improvisa ni es concebible que se llegue a ella por casualidad. Exige la concurrencia de profesionales forestales motivados y bien formados. La motivación no debería ser difícil cuando se trabaja para conseguir la excelencia, en algo tan agradecido como son los montes; aunque este es un asunto en el que es difícil generalizar, pues cada ser humano se motiva según sus propios esquemas mentales. La formación es teóricamente más fácil de estandarizar, pero es sin duda una asignatura pendiente en España.

Una selvicultura como la aquí propuesta, con cubierta continua, exige que los operarios tengan el máximo respeto por los árboles que deben quedarse tras la corta y, en particular, por el regenerado. Las cortas por lo alto y de pocos pies son especialmente dificultosas, pues exigen manejar grandes árboles entre muchos otros que deben evitar ser dañados. En este sentido, la formación de los trabajadores que efectúan el apeo y el desembosque es vital para conseguir los resultados deseados.

Por otra parte, los señalamientos de las cortas, imprescindibles, como se ha visto están llenos de matices que es necesario tener en cuenta. Lo que se practica en un punto puede ser contraproducente en otro, o incluso en el mismo lugar pero en otro momento. Enseñar a alguien cómo tiene que marcar en un monte en concreto puede ser relativamente fácil, pero aprender a identificar lo más adecuado en la infinita variedad de los ecosistemas es mucho más complejo. Como en todo, no hay atajos: formación, experiencia y mejora y reciclaje continuos.

En general, la preparación en técnicas directamente aplicables es mediocre entre los forestales españoles. Entre otros motivos eso está relacionado con que los ingenieros, absorbidos por la burocracia (empresarial o administrativa) no están lo suficiente en el campo, de manera que muchas decisiones se dejan en manos de los operarios que tienen que ejecutar los trabajos. Es un claro exponente de esto el deficiente trazado de muchas de las pistas forestales o vías de saca realizadas en las últimas décadas.

Figura 3.3.107. Aula de señalamiento instalada en un bosque mixto de frondosas, en el que se espera conseguir madera de la máxima calidad. Cada árbol se ha numerado para que los alumnos apunten el pie que cortarían. Posteriormente se discuten los motivos de cada uno. Las prácticas en el campo y el intercambio de pareceres entre profesionales son fundamentales para progresar en la técnica forestal (Cilleruelo de Bezana, Burgos).

3.3.9.7. **El dinero como guía**

En la infinita complejidad de los ecosistemas, siempre es necesario tomar decisiones sin conocer con precisión todas sus repercusiones. Esto, que constituye un motivo de turbación para científicos, gestores y políticos, debería ser abordado con más normalidad. Pero es importante diseñar sistemas para optimizar la toma de decisiones.

En el incierto mundo ecológico, el dinero ayuda a evaluar alternativas (Sevilla, 2013a). La hipótesis que se plantea es que, con algunas excepciones, el dinero es un magnífico baremo para resolver dudas en la elección entre las opciones de gestión. Las ventajas del dinero, respecto a otros indicadores que a veces se postulan, como por ejemplo la biodiversidad, son muchas:

- En primer lugar, el dinero es mucho más robusto en cuanto a la información aportada, permitiendo la integración de factores dispares. A este respecto es importante reseñar que las relaciones humanas a muchos niveles están regidas por la economía, y que otorgar valor monetario a las cosas y a los procesos es una delicada tarea que se efectúa continuamente y que no se fija unilateralmente sino a través de la intervención de muchos actores con intereses contradictorios, lo que ayuda a darle fortaleza. Los resultados obtenidos son mucho más valiosos cuando provienen del precio fijado por un mercado bien organizado, libre y global; pero con frecuencia este es opaco, oligopólico o deficientemente regulado, y todo ello desvirtúa el precio otorgado. Las mayores limitaciones afectan, por supuesto, a bienes que carecen de valor de mercado, pero no habría inconveniente en fijarles uno estimativo, algo que en realidad se hace asiduamente, por ejemplo en las valoraciones de expedientes sancionadores o en procedimientos judiciales. Se debe reflexionar sobre el hecho de que la arbitrariedad en la que se incurre cuando se pone precio a un bien fuera del tráfico mercantil no es necesariamente mayor que otras que se esconden (o exhiben) tras muchos estudios ecológicos, por ejemplo al elegir unos parámetros o fijar su valor; algo por otra parte inevitable cuando se trata de ponderar distintos bienes naturales.
- En general, las alternativas más “lesivas” para el ecosistema no son buenas económicamente, salvo intereses a corto plazo o porque las cuentas no se echan bien. Por ejemplo porque las subvenciones las distorsionan o los riesgos son cubiertos por las administraciones.

- En muchos casos las soluciones más baratas o mejores financieramente son fácilmente admisibles (habría consenso) como buenas en términos ecológicos: se trataría de minimizar intervenciones aprovechando al máximo los procesos naturales que sean útiles para cumplir los objetivos marcados.
- Aunque los montes son muy complejos, las alternativas de gestión no son habitualmente muchas: con frecuencia, respecto a lo que se realiza habitualmente, una o ninguna. Pero las acciones en los ecosistemas están llenas de posibles matices, de forma que es conveniente disponer de un sistema que permita una evaluación detallada. El dinero permite una gradación en las posibilidades, que se convierten en mejores o peores en función de su impacto económico. Desde luego eso es algo muy positivo, aunque para muchas decisiones no es imprescindible, ya que son de tipo dicotómico: hacer algo o no hacerlo. Pero así se da cabida a todo un abanico de opciones: realizarlo de una u otra forma.

Al final, como en cualquier indicador, es necesario efectuar ciertos ajustes. Así, si se desean evitar ciertas posibilidades, se pueden fijar algunos límites infranqueables: por ejemplo, no tolerar más que mínimos niveles de erosión o no plantar exóticas aunque sean rentables. Una forma alternativa o complementaria a los límites es asignar un valor monetario muy elevado a recursos de difícil sustitución, algo muy razonable cuando se piensa a largo plazo. Esto se debería realizar con recursos de difícil reposición como son el suelo o la riqueza genética.

La hipótesis de la adecuación del dinero en la valoración ecológica tiene visos de ser correcta en el sector forestal, muy dependiente de la integridad del ecosistema, pero sería más difícil de implementar en los que no tienen esa dependencia. No obstante, al final, en cada sector, es una cuestión de valorar las cosas en su conjunto, asignado un valor elevado a los recursos naturales, sobre todo a los más difícilmente recuperables, y sobre todo adoptar siempre una perspectiva a largo plazo.

Por supuesto, como cualquier indicador cuantitativo, el dinero adolece de limitaciones. Pero estas son menores gracias a su universalidad: cualquier factor o componente es susceptible de valorar económicamente; aunque es claro que para algunos, como el paisaje o la diversidad, es necesario contar con inevitables dosis de subjetividad. El dinero es un mejor descriptor que por ejemplo la diversidad, demasiado contingente a la escala, organismos implicados, parámetros utilizados, objetivos, etc. En general es menos contingente a presupuestos subjetivos para su determinación.

4. APLICACIÓN DEL MODELO A LA PLANIFICACIÓN DE LOS MONTES MENESES

Este capítulo es una aplicación práctica de lo expuesto en los tres precedentes. Se pretende elaborar un plan que recoja los elementos imprescindibles para su aplicación por los gestores de los montes, que son los propietarios de los terrenos forestales, así como funcionarios de la Junta de Castilla y León en el caso de montes catalogados de utilidad pública; y que sea útil también para otros técnicos que puedan apoyar, diseñar o dirigir la gestión forestal en todo tipo de terrenos. El documento de planificación deberá ser, en consecuencia, directamente operativo. Su parte esencial serán los planos en los que se delimiten espacialmente las actuaciones previstas, con indicación de la fecha de ejecución aproximada. Estas determinaciones podrán ser afinadas en función de lo que los gestores se encuentren cuando se realice la visita al terreno previa al aprovechamiento o trabajo.

4.1. CONTEXTO DE LA GESTIÓN FORESTAL EN EL VALLE DE MENA

El paradigma que ha guiado la gestión forestal de las últimas cuatro décadas, en el Valle de Mena y en la mayor parte de los montes cantábricos, ha consistido en una separación radical entre dos tipos de bosques: unos, considerados productivos, poblados en el caso del territorio menés con *Pinus radiata*, en menor medida otras coníferas (*Pinus sylvestris*, *Pinus nigra*, *Pseudotsuga menziesii*, *Chamaecyparis lawsoniana*) y *Eucaliptus nitens*; y otros, que son todos los demás y que se describen como “destinados a conservación”, que es un eufemismo para decir que no se gestionan o no se corta en ellos, o se hace en escasa medida. Este paradigma ha entrado en crisis en el siglo XXI, y de forma mucho más aguda con la situación económica de los últimos cuatro años, debido a una serie de causas:

- Descenso generalizado del precio de la madera de sierra de *Pinus radiata*. Existen repuntes, pero dentro de una tendencia de décadas a la baja.
- Valoración creciente de la leña y de la madera de frondosas. Desde hace cuatro años, la leña, destinada a uso doméstico y también algunos pequeños negocios (panaderías, alojamientos turísticos), ha formado un mercado que ha emergido con fuerza en Mena. La situación había empezado a cambiar en el año 2008, fruto de los elevados precios del petróleo (casi 100 dólares el barril, algo que parecía inconcebible cinco años antes: en 2003 no llegaba a los 30; a su vez, esta cifra era ya elevada respecto a la cierta estabilidad que se dio entre 1986 y 1999, con valores que oscilaron entre los 12 y los 22 dólares en que se mantuvo el precio medio del barril producido por los países de la OPEP). Incluso en el año 2005 ya hubo ciertos movimientos en el sector de la leña, pero más derivados de las expectativas de subvenciones a plantas de generación de electricidad que a la competencia directa con los precios de las energías fósiles.

  Existe un gran potencial de desarrollo para el uso de la biomasa en instalaciones térmicas de cierta envergadura, utilizando leña troceada o astillas. Salvo que se desarrollen nuevas formas de energía, baratas y fáciles de manejar, parece que no va a faltar mercado para la leña durante muchos años.

  Hace tan solo un quinquenio, las subastas para aprovechamiento de frondosas se quedaban desiertas. En la actualidad sus claras se venden a un precio muy razonable, en torno a los seis euros por estéreo, incluso si se trata de montes bajos con pies de pequeñas dimensiones. Suficientemente elevado como para realizar claras rentables en casi todos los bosques meneses, ejecutando los accesos necesarios y dejando incluso un dinero nada despreciable para el propietario. El precio referido se supera si se trata de montes con buena accesibilidad o si hay pies de roble o rebollo que tengan diámetro suficiente para que se puedan serrar (al menos 25-30 cm en punta delgada), aunque no estén bien conformados. La madera de roble de gran calidad alcanza precios muy elevados en el mercado, pero es muy escasa en España en la actualidad.
- Reducción drástica del dinero público destinado a financiar, total o parcialmente, muchas actividades de gestión forestal. Este hecho ha actuado como detonante del cambio de modelo. De particular trascendencia para la crisis del sistema preexistente ha sido que la Junta de Castilla y León haya dejado de repoblar con cargo a sus presupuestos las zonas cortadas a hecho: el escaso dinero destinado a repoblaciones se reserva para terrenos rasos, pues se supone que una nueva plantación se debe financiar con los ingresos de la corta de la anterior.

- Aumento de plagas y enfermedades que afectan a *Pinus radiata*. Desde hace ya muchos años constituían un problema sanitario en Mena al menos los siguientes patógenos: la procesionaria (*Thaumetopoea pityocampa*; de forma masiva), la evetria (*Rhyacionia buolinana*; de forma más esporádica), *Blastofagus* (*B. piniperda* y *B. minor*), y los hongos diplodia (*Sphaeropsis sapinea*, que ha generado graves daños; los pinares afectados con frecuencia se cortaban a hecho) y banda roja (*Dothistroma pini*). Las temperaturas suaves en el periodo invernal que han caracterizado los años recientes parecen estar favoreciendo la acción de estos patógenos; algo que resulta muy aparente con la procesionaria.
- Aparición de nuevos problemas sanitarios para *Pinus radiata*. Recientemente ha irrumpido otro hongo, *Fusarium circinatum*, que ha obligado ya a periodos de cuarentena en parte de los montes de Ordunte. En otras zonas cantábricas, en particular en el norte de Navarra, ha adquirido tal magnitud que se optado por la completa eliminación de la especie *Pinus radiata* y la prohibición de su repoblación posterior.
- Poniendo en relación los dos anteriores puntos con la reducción del presupuesto autonómico forestal, en la actualidad los gastos de la Junta de Castilla y León para control de plagas y enfermedades se han reducido al mínimo. Esto ha provocado un aumento de su efecto ante la falta de medidas de control, y un aspecto de los pinares muy lamentable durante las épocas de mayor afectación, o inmediatamente después (ver figura… -Foto 43954-, de rodal de Pinus radiata muy afectado por la procesionaria). Los pinos atacados por una plaga o enfermedad, además de ver retardado su desarrollo y sufrir deformaciones en su porte, se vuelven más proclives a patógenos que aprovechan la debilidad, en un ciclo retroalimentado. El retraso en su crecimiento da ventajas al matorral heliófilo (principal propagador del fuego) y a otras plantas, incluidas frondosas más tolerantes que pueden determinar la eliminación de los pinos si los llegan a sobrepasar en altura.
- Bajo los pinares de *P. radiata*, durante la mayor parte de su ciclo vital, persiste un denso matorral de tojo, muy peligroso en caso de incendios. Con frondosas autóctonas tratadas a turno largo el riesgo está mucho más reducido, tanto en cuantía como en duración: por una parte, las frondosas arrojan más sombra que sofoca con mayor efectividad el matorral; por otra, su tratamiento se plantea por entresaca, lo que deja pocas opciones a la extensión de las matas heliófilas. Contrastando con esto, los pinares tratados a turnos cortos se encuentran prácticamente todo el tiempo con un elevado riesgo de incendios: poco después de que los pinos hayan logrado sofocar el matorral heliófilo, son cortados a hecho iniciando un nuevo ciclo en el que las matas pirófitas vuelven a ser de nuevo abundantes (comparar el riesgo de incendio entre las imágenes…., en un pinar joven y en uno adulto con abundante regeneración anticipada de frondosas).
- En las décadas pasadas los resultados económicos para los propietarios de parcelas de *P. radiata* han sido muy buenos, porque la Administración plantaba, trataba frente a plagas y pagaba los medios de extinción de incendios, es decir, cubría buena parte de los gastos y de los riesgos. En la contabilidad para el propietario nunca se han computado, y no se hace todavía, los costes de prevención y extinción de incendios forestales, lo que aumenta artificialmente la rentabilidad de las plantaciones.
- La reciente proliferación del ciervo ha venido a complicar la viabilidad de las plantaciones. También de la regeneración natural, aunque esta en general se acaba instalando; no siempre con la especie deseada, pero al menos sin necesidad de costosas inversiones. Los cerramientos cinegéticos son muy caros y solo efectivos con un primoroso mantenimiento.
- Como consecuencia de lo expuesto en los puntos anteriores, hoy en día es muy cuestionable que las plantaciones de *Pinus radiata* sean mucho más rentables que los bosques espontáneos. Sobre todo cuando bajo los pinos se encuentra ya un subpiso más o menos desarrollado de frondosas caducifolias, que en la gestión habitual se elimina con la corta a hecho del pinar, desaprovechando unos árboles que si se plantan pueden tardar dos décadas o más en alcanzar el tamaño de los sacrificados.
- En el nuevo contexto presupuestario de las administraciones, que no es probable que mejore, la rentabilidad de las explotaciones forestales dependerá fundamentalmente de su organización, del mercado y de la calidad de los productos ofertados. Aunque el dinero público continuará influyendo, la tendencia es a que sea de forma decreciente.
- Tras siglos de explotación intensiva durante el sistema agrario tradicional, los bosques espontáneos precisaban de un periodo de “descanso”, en el que las extracciones de madera se situasen por debajo de las incorporaciones. En realidad, en las últimas tres décadas se puede decir que prácticamente no ha habido cortas en frondosas autóctonas, con unas pocas

excepciones. En un lugar con una potencialidad climática tan elevada para el crecimiento de la vegetación como es el Valle de Mena, ese periodo ha sido suficiente como para que muchos rodales estén en la actualidad capitalizados en exceso para el diámetro de los pies, con volúmenes por hectárea muy elevados y con acusada inestabilidad generada por las décadas de crecimiento sin efectuar apenas cortas.

- Aparición de fenómenos desconocidos hasta el momento, como son los derribos en masa, que han afectado a rodales completos de robledal, motivados por la acumulación de existencias según lo expuesto en el punto anterior.
- Inicio de un cambio de mentalidad en parte de los técnicos más implicados en la gestión de los montes, derivada de los puntos anteriores, de un mayor conocimiento y de un proceso general de lenta transformación que afecta a toda la sociedad y tiene su versión particular entre los profesionales forestales. La nueva línea de pensamiento preconiza un uso integral de los recursos del monte, sin apriorismos y compatibilizando los más variados objetivos ecológicos, económicos y recreativos.

Este contexto supone una magnífica oportunidad para superar la visión maniquea que divide los bosques en destinados a producción y a conservación, y que es tan limitada como paralizante de las mejoras en la gestión.

La situación forestal actual en el Valle de Mena no se puede comprender sin analizar la de un contexto más amplio, el de los montes cantábricos. Para ello, se van a extraer algunos datos aportados por Sevilla *et al.* (2013) para las provincias de Álava, Burgos, Guipúzcoa, León, Asturias, Palencia y Cantabria (tablas 4.1.1 y 4.1.2).

Tabla 4.1. Comparación de existencias y crecimientos en los tres primeros inventarios forestales nacionales en ocho provincias norteñas. Se ha tomado el dato de la suma de todas las especies. Las abreviaturas empleadas son: IFN, Inventario Forestal Nacional; VCC, volumen maderable con corteza, que se calcula solo con los denominados pies mayores (los de diámetro mayor o igual de 7,5 cm); IAVC, incremento anual del volumen maderable con corteza. Resultan sumamente llamativos tanto la rápida acumulación de existencias como la mejora de los crecimientos de los árboles.

	IFN1 (1966-1975)		**IFN2 (1986-1996)**		**IFN3 (1997-2007)**	
	VCC	**IAVC**	**VCC**	**IAVC**	**VCC**	**IAVC**
provincia	**m^3**	**m^3/año**	**m^3**	**m^3/año**	**m^3**	**m^3/año**
Álava	5.579.377	307.313	11.749.924	526.572	15.433.345	594.835
Asturias	15.295.309	932.997	32.577.250	2.140.539	47.300.541	3.156.054
Burgos	11.778.205	280.808	19.340.371	651.313	32.075.465	1.300.095
Cantabria	8.971.866	381.549	19.309.309	1.188.276	25.206.929	2.477.046
Guipúzcoa	5.258.592	637.501	14.737.216	795.819	20.489.191	1.477.327
León	7.704.148	228.369	9.390.072	626.790	26.519.830	1.332.630
Palencia	1.368.204	58.670	4.443.179	251.910	9.946.135	604.370
Vizcaya	8.177.676	1.269.639	15.101.904	1.176.347	18.893.970	1.759.088
Total	**64.133.377**	**4.096.846**	**126.649.225**	**7.357.566**	**195.865.405**	**12.701.446**

Tabla 4.2. Evolución de las cortas medias anuales por quinquenios (m^3) y promedio de los años 1996 a 2010, datos de crecimiento anual de volumen con corteza (m^3/año) del Tercer Inventario Forestal Nacional y porcentaje de corta frente al crecimiento en esos 15 años (todas las especies sumadas).

provincia	**cortas**	**cortas**	**cortas**	**cortas**	**crecimiento**	**% corta**
Álava	167.717	128.701	124.450	140.643	594.835	24%
Asturias	649.317	752.070	661.300	690.294	3.156.054	22%
Burgos	165.263	169.120	165.407	166.692	1.300.095	13%
Cantabria	471.982	466.443	404.637	445.952	2.477.046	18%
Guipúzcoa	611.583	359.301	373.549	436.470	1.477.327	30%
León	170.207	233.826	237.259	216.875	1.332.630	16%
Palencia	73.417	115.512	108.216	100.879	604.370	17%
Vizcaya	766.730	601.363	475.019	624.899	1.759.088	36%

Total	**3.076.215**	**2.826.337**	**2.549.837**	**2.822.706**	**12.701.446**	**22%**

Tal y como se puede comprobar en la tabla 4.1.2, las cortas en las provincias norteñas analizadas oscilan entre el 13 y el 36 % del crecimiento, con un promedio del 22%. Se cortan cerca de 3 millones de metros cúbicos frente a los 12,7 de crecimiento anual. Es un porcentaje bajo en el contexto europeo Implica una acumulación importante de existencias, que parece consolidarse con los avances publicados del Cuarto Inventario Forestal Nacional (Tabla 4.3).

Tabla 4.3. Incremento de existencias en tres comunidades autónomas cantábricas en el periodo de 10 años que ha mediado entre los datos del IFN3 y del IFN4 (todas las especies sumadas). Todavía no hay datos disponibles del IFN4 para Castilla y León.

comunidad autónoma	**existencias IFN3 (Mm^3)**	**existencias IFN4 (Mm^3)**	**incremento porcentual**
Principado de Asturias	47,3	60,9	29%
Cantabria	25,2	27,5	9%
País Vasco	54,1	62,6	16%
Total	**126,6**	**151,0**	**19%**

Los datos expuestos, por sí mismos, son indicativos de una tasa de extracción muy baja, pero la realidad es más preocupante cuando se desglosan por especies: la práctica totalidad de las cortas se concentra en las coníferas, los chopos y los eucaliptos. Los hayedos y robledales, que son los bosques espontáneos más extendidos en los montes cantábricos, apenas son objeto de aprovechamientos de madera (Tabla 4.4).

Tabla 4.4. Existencias y crecimientos según el Tercer Inventario Forestal Nacional, promedio anual de cortas durante el periodo 1996-2010 y porcentaje de corta frente al crecimiento, en *Fagus sylvatica*, *Quercus robur* y *Quercus petraea*.

provincia	**existencias**	**crecimiento**	**cortas 1996-2010**	**% corta sobre**
Álava	5.669.163	138.690	5.398	3,9%
Asturias	14.491.715	363.049	8.343	2,3%
Burgos	3.764.950	101.049	2.921	2,9%
Cantabria	11.922.974	271.283	1.403	0,5%
Guipúzcoa	3.996.510	138.512	4.058	2,9%
León	6.237.243	163.075	4.517	2,8%
Palencia	2.183.589	67.591	885	1,3%
Vizcaya	1.415.566	62.415	805	1,3%
Total	**49.681.710**	**1.305.664**	**28.330**	**2,17%**

Los datos de la tabla 4.1.4, puestos en comparación con los de la tabla 4.1.2 muestran con números una realidad que resulta muy evidente en el mundo forestal cantábrico: la ya comentada división entre montes productores y los que no se consideran así. El dato de que, de media, para todas las provincias analizadas se corte únicamente el 2,17% del crecimiento en robles y hayas es en sí mismo un resumen harto elocuente. Independientemente de la precisión de todos los datos, que son los oficiales, el orden de magnitud es suficiente para asegurar que el mantenimiento de esta situación terminará por provocar, con seguridad, derribos masivos.

Urge pues una reconsideración global de la política forestal en los montes cantábricos. Esta tesis doctoral pretende ser un acicate y un eslabón en tan magno cometido.

4.2. UN PLAN FORESTAL PARA EL VALLE DE MENA

La planificación forestal en España, en muchos casos, adolece de una falta de conexión con la realidad, lo que se traduce en reiterados incumplimientos de lo previsto. Y no solo por falta de disponibilidad presupuestaria, lo que sería más bien por exceso de optimismo en los planes, sino sobre todo por incompleta, deficiente o incluso inexistente ejecución de los aprovechamientos. Demasiados recursos se han gastado para efectuar una planificación forestal cara. Aquí se pretenden presentar unos resultados fáciles de obtener, realistas y directamente operativos. El principal requisito para lograrlo es disponer de un conocimiento, al menos básico, del funcionamiento ecológico de los montes de la zona, lo que incluye los aspectos socioeconómicos más relevantes en relación con los ecosistemas. El periodo de aplicación del plan sería desde el año 2016 hasta el 2030.

En el Valle de Mena cuentan con proyecto de ordenación los montes de utilidad pública reunidos bajo el nombre de grupo de montes Dehesa de Ordunte, así como un monte en la entidad local menor de Ayega. Estos documentos se han consultado, y en concreto el de Ordunte, elaborado hace casi una década, es un magnífico trabajo que además recoge una filosofía que se puede calificar como intermedia entre la selvicultura clásica y la que se preconiza en esta tesis. Se trata de una ordenación por rodales, en las que se prevé un tratamiento de masa regular para las coníferas, los madroños y los eucaliptos, e irregular y semirregular para las frondosas espontáneas. En las coníferas de crecimiento rápido y en los eucaliptos se prevén cortas a hecho, mientras que en los pinares de *P. sylvestris* y *P. nigra* el tratamiento elegido es el aclareo sucesivo. Los madroñales se tratarían supuestamente por resalveo. En las frondosas caducifolias se prevé la aplicación de una selvicultura próxima a la naturaleza, semejante a la que en esta tesis se prescribe con carácter general. Las edades de madurez contempladas en la ordenación de Ordunte son de 35-40 años para las especies de crecimiento rápido y 110 años para el resto de los pinares. Para las frondosas espontáneas se fija el diámetro máximo de cortabilidad en 65 cm.

En la elaboración del plan apenas se han recogido las previsiones de los instrumentos de planificación existentes, pues fueron realizadas con un enfoque muy diferente del aquí formulado, en un contexto del mercado de los productos forestales ya desfasado y sin algunas de las fuentes de información ahora empleadas: en particular el lidar ha revolucionado el conocimiento de los montes, en un modo semejante al que en su día lo hicieron los mapas topográficos de precisión o las ortofotografías.

La planificación forestal que aquí se va a exponer se centrará, de forma congruente con lo expuesto en el capítulo 3, en el diseño de los aprovechamientos forestales. Estos son la base para la consecución de los objetivos de conservación, que están fundamentalmente contenidos en los planes de gestión de la zona de especial conservación “Bosques del Valle de Mena”, además de un objetivo con evidentes repercusiones ecológicos: producir recursos naturales renovables.

Teniendo en cuenta la situación y tendencias previsibles en los ecosistemas meneses, de acuerdo con la diagnosis efectuada en el capítulo 2, los aprovechamientos esenciales serán los madereros, que es sobre los que se ha centrado este estudio. El hecho del menor trabajo relativo sobre el resto de los aprovechamientos no significa que no se valore su importancia: al menos la caza y el ganado son imprescindibles para la conservación de los ecosistemas; la caza para modular el daño de los grandes fitófagos sobre la vegetación y el ganado para mantener los pastizales.

Mena constituye una avanzadilla de lo que va a suceder en muchos montes españoles de mantenerse la actual falta de claras; o, visto desde una perspectiva más general, de seguir a remolque de los acontecimientos en la gestión forestal. Por una parte, el medio geoclimático menés, como es común en vertiente cantábrica, es muy productivo; para los estándares ibéricos y para los mundiales. Por otra, la explotación maderera, y en general los eventos renovadores, han estado muy lejos de compensar el elevado crecimiento que resulta de la alta productividad. Varias décadas de recuperación forestal, combinadas con un crecimiento acelerado de los bosques, están llevando a una situación en la que la reducción generalizada de la espesura se ha convertido en una urgente necesidad. Esta situación es común en muchos otros bosques de España, pero en la mayoría de los casos todavía existe más margen de maniobra, bien por una situación actual no tan capitalizada, bien por inferior crecimiento al de Mena, o por ambas cosas. Pero es una cuestión de tiempo: si no se inicia un programa decidido de claras, los problemas aquí descritos no tardarán en aparecer en muchos otros lugares de la geografía española.

Desgraciadamente, para no trabajar siempre existe alguna disculpa: no existe personal suficiente, no está preparado, se van a oponer los grupos ecologistas, es más difícil gestionar los bosques mixtos o los irregulares... Sobre todo en la Administración existen más estímulos para en contra

que a favor de cualquier actividad innovadora. En un lugar como el Valle de Mena, con predominio de los montes públicos, la escasez de personal de los servicios forestales constituye un problema real. Pero siempre que haya un recurso como la madera, y en este caso es abundante, existe la posibilidad de apoyarse en empresas (privadas o públicas) o autónomos que realicen parte de los trabajos inherentes a la gestión forestal: señalamientos, redacción de pliegos, seguimiento de las actuaciones, etc. Los costes de esta forma de trabajar se cargarían a los aprovechamientos. Para las entidades propietarias supone una reducción de ingresos, pero se entiende que es preferible frente a cortar muy por debajo de los requerimientos selvícolas. También existe la opción de que contraten personal administraciones de mayor rango que las juntas vecinales propietarias. Esto requeriría que fuesen conscientes de la importancia del sector y de la activación económica general que supone la movilización de los recursos forestales: bien empleado, el sueldo de un técnico forestal se recupera con creces a través de los impuestos asociados a toda la cadena monte-industria-consumidor.

4.2.1. Planificación espacialmente explícita

Es habitual que los proyectos de ordenación o sus revisiones consten de abundante texto y diversos planos, en los que se exponen las actuaciones propuestas y su justificación. Se supone que como parte de esta última se recogen todos los hechos relevantes que han ocurrido en el pasado, más o menos inmediato, del monte. Cuando se trata de revisiones se analiza la ejecución del pasado plan especial.

En esta tesis doctoral no se ha recogido el trabajo de clasificación de los ecosistemas de los proyectos de ordenación existentes, que son recientes y abarcan solo una parte del territorio, sino que se ha efectuado un intenso trabajo de descripción de la vegetación; como si se partiese de cero. Licencia que el redactor de la tesis se ha permitido precisamente porque es en primera persona responsable de la gestión realizada en el último quinquenio, y la conoce muy bien como para integrarla en la nueva planificación en todo aquello que sea de provecho.

En el día a día, para el gestor de muchos montes públicos, las ordenaciones de los montes se reducen prácticamente a capas de un sistema de información geográfica. Y eso es lo que este plan pretende ser: un documento que refleje lo que está organizado en Arc-Map en cuanto a la distribución espacio-temporal de los aprovechamientos y trabajos forestales.

4.2.1.1. **Objetivos del plan**

El plan aspira a tener un valor demostrativo y constituirse en referente de una nueva forma de concebir la selvicultura.

A corto plazo, el objetivo fundamental es la elaboración de un plan de claras que sirva para impulsar y organizar mejor las cortas en el Valle de Mena. A largo plazo, se espera que la forma de ejecutar claras que ahora se inicia persista en el tiempo para conseguir tener bosques que cumplan variados objetivos, tanto ecológicos como sociales y económicos.

En cuanto a objetivos de conservación, y de acuerdo con el plan de gestión de la zona de especial conservación "Bosques del Valle de Mena", las intervenciones selvícolas deben procurar limitar la tendencia al dominio exclusivo del haya. En general, las cortas y otras actuaciones deben convertirse en agentes que estimulen la diversidad.

De acuerdo con la filosofía expuesta, no se prevé la división entre cuarteles o en general áreas cuyo destino principal sea conservación y otras en que sea productivo: de acuerdo con lo expuesto, las cortas son una de las principales herramientas de conservación de los ecosistemas, por lo que no procede tal división. Sí se van a delimitar superficies de no actuación, pero con un planteamiento muy diferente, según se expondrá.

El futuro de los bosques meneses está sobre todo en las frondosas espontáneas de los montes cantábricos. Por motivos ecológicos y también económicos. La idea, tal y como se ha expuesto en capítulos anteriores, es aprovechar la regeneración espontánea de estas frondosas, que es muy abundante en Mena; excepto donde concentra sus daños el ciervo, en los montes de Ordunte. A largo plazo, esta forma de conducir el monte llevaría a una severa reducción en la importancia de los intolerantes pinos, tanto autóctonos como exóticos.

A diferencia de las coníferas, en las frondosas apenas se ha aplicado selvicultura. Esto no debe ser un motivo de consternación, sino todo lo contrario: tanto si se hubiese aplicado la selvicultura de floreo, que eliminaba los mejores pies, como la “industrial”, que los obviaba, ahora no existiría el magnífico potencial existente en los bosques meneses. La falta de selvicultura en las recientes

décadas tiene en parte que ver con el origen relativamente reciente de buena parte de sus masas y también con la falta de mercado hasta hace cuatro años.

Como objetivo concreto, se desea conseguir, a largo plazo, que la mayor parte del valor de todos los aprovechamientos forestales proceda de madera de la mejor calidad posible. En el camino a ese objetivo, el porcentaje de madera de calidad debe ir subiendo paulatinamente, desde el cero actual hasta una cifra objetivo que podría estimarse, para dentro de 50 años, en el 10% del volumen total y en la mitad en valor. La forma de alcanzar ese ambicioso objetivo se ha descrito de manera detallada, aunque cualitativa, en el capítulo 3.

En este apartado se delimitarán espacialmente las actuaciones que deben marcar el inicio de este camino, durante los próximos 15 años. Las claras, que son el principal trabajo contemplado, se dividirán en 3 quinquenios, como forma de concreción temporal que permite no obstante una flexibilidad en la aplicación de lo planificado.

En cuanto a los ecosistemas no boscosos, se estima que es necesario asegurar la conservación de los pastizales existentes. Es preciso aplicar eventos renovadores frecuentes para impedir que sean invadidos por la vegetación leñosa; por motivos ecológicos, paisajísticos y socioeconómicos, puesto que la ganadería es un sector estratégico en Mena.

4.2.1.2. **Plan de cortas**

La planificación que aquí se va a presentar supone la concreción de la selvicultura descrita en el capítulo 3. Su parte esencial son las decisiones que se adoptan a escala de detalle, en los señalamientos. A escala de planificación de todo el valle es suficiente con representar las superficies que serán objeto de corta y con la indicación de unas cifras orientativas.

Dentro de las cortas diseñadas para su ejecución en el primer quinquenio, se ha decidido efectuar un estudio más de detalle para sus dos primeros años. Para ello se ha integrado la información selvícola que ha resultado de este estudio con la de todo tipo de que dispone la administración forestal respecto a los montes de utilidad pública: historia previa, accesos existentes, previsión de construcción de nuevos viales, deseos de los propietarios, preferencias y necesidades de los rematantes habituales, etc. El resultado de esta integración deberá ser directamente operativo, a diferencia del resto de los lugares seleccionados, que tendrán que ser objeto de un procesado posterior, que modifique los recintos delimitados antes de que estos formen parte de un pliego de condiciones de un aprovechamiento enajenable.

En el apartado 3.3.9.3 se expuso la idea de que, en zonas de escasa tradición selvícola, si el rodal es alto y denso se debe hacer una clara. En el Valle de Mena esta regla sería de aplicación en casi todos los rodales de frondosas y en una parte sustancial de los pinares, ya que solo en el resto de ellos ha existido una cierta continuidad en la selvicultura. Por otra parte, habida cuenta de la rapidez de crecimiento de los árboles en Mena, casi todas las zonas donde se ha efectuado una clara en el pasado vuelven a estar en condiciones de hacer una nueva. En consecuencia, se puede decir en Mena es necesario reducir espesura en todos los bosques altos y densos; las diferencias en altura de dosel servirán por tanto, más que para indicar los lugares de corta, para matizar el orden de prioridad en ellos, establecido en primer lugar en función de la fracción de cabida cubierta y la clase de tamaño.

Debe tenerse en cuenta que la tecnología lidar permite ahora una estimación precisa de volúmenes. Pero más importante todavía es la escala en la que se da esa precisión: ya es muy elevada en pequeños rodales, de muy pocas hectáreas. Incluso en este momento, todavía en pleno desarrollo de los modelos que relacionan volumen y datos lidar. Ya no es necesario aplicar valores medios por estrato. Si se ha efectuado en el capítulo 2 ha sido sobre todo con el objetivo de tener un sistema de comparación con las existencias en 1957. Pero para los montes actuales, y con la densidad de puntos del vuelo lidar del PNOA (0,5 puntos/m^2), se puede elaborar un mapa de volúmenes con píxeles de 25 x 25 metros, o incluso menores, ajustado a la realidad. Esto supone una verdadera revolución respecto a la información que aportaban los inventarios clásicos. Esta escala de trabajo es de suficiente detalle para la gestión cotidiana; pero, dado que son datos fáciles de agrupar, también es muy útil en la planificación a varias escalas, desde la de un monte a la internacional. En el contexto de un plan forestal para Mena, la información de volúmenes relativa a píxeles sirve, como la altura, para fijar prioridades de intervención selvícola. También, entre otros posibles usos, para calcular la posibilidad de realizar cortas rentables en lugares hasta ahora inaccesibles, en los que es precisa una importante inversión en infraestructuras.

Por otra parte, además de las características dasométricas, otros muchos factores influyen en la decisión de cortar:

- Las limitaciones que impone el medio geoclimático. Existen muchos posibles factores que pueden llegar a impedir las cortas:
  - Geológicos: barreras rocosas, inestabilidad estructural, terrenos en exceso plásticos, etc. (figuras 4.2.1 y 4.2.2).
  - Topográficos: áreas de excesiva pendiente o inaccesibles no por ellas mismas sino por su entorno topográfico.
  - Hidrográficos: zonas encharcadas.
- Las necesidades y motivaciones de los propietarios.
- La mentalidad de la sociedad en general.

Figura 4.2.1. Foto 45935. Hayedo muy denso y alto, en el que sería urgente cortar para disminuir el riesgo de derribos masivos. Se trata de un fustal medio con alturas medias en torno a 25 metros. Esta realidad dasométrica no es excepcional en Mena, aunque sí fuera de montes catalogados. La imagen lidar de alturas de dosel deja pocas dudas acerca la necesidad de efectuar claras en un rodal con pies muy espigados por haber crecido en gran densidad. El monte, de 74 ha, se repobló en parte con *P. radiata*, empezando los trabajos en 1962, y desde entonces no se ha efectuado aprovechamiento alguno. Utilizando los criterios habituales, las características dasométricas indican la urgencia de realizar aprovechamientos maderables en prácticamente toda la superficie; necesidad que, por otra parte, ya se daba años y décadas atrás. Pero en la planificación forestal no solo la dasometría dirige las cortas: en este caso existe un problema relacionado con la geología del lugar y que aconseja no efectuar pistas forestales, ya que la ladera presenta un activo y masivo movimiento de reptación. Este fenómeno resulta patente en la imagen por un pequeño bosquete de hayas que se ha desplazado recientemente. Los pies que lo constituyen se han movido en su totalidad (junto con sus sistemas radicales) y continúan vivos en la actualidad; sus rectos troncos destacan entre los demás porque han perdido la verticalidad. Como consecuencia del deslizamiento se ha generado un corte en el terreno, y se aprecia una grieta entre el bosquete desplazado y el resto del rodal. Mientras solo sean operativos sistemas de desembosque que exijan construir viales, no se prevén en este hayedo cortas salvo en muy reducidas áreas próximas a un antiguo camino. El día en que la extracción de la madera sea factible y económicamente viable mediante cable aéreo u otro sistema que no requiera de la creación de pistas, se podría replantear la decisión, ya que no existe ninguna figura de protección legal que impida las cortas: es solo un acuerdo provisional adoptado entre el funcionario gestor y la entidad propietaria del monte (el Ayuntamiento de Valle de Mena), que ha manifestado su preferencia por no realizar aprovechamientos madereros. No obstante, se juzga interesante cortar en las cercanías del antiguo camino y en los rodales dominados por pino, siempre que la pendiente del terreno sea inferior al 45% y no se presenten zonas con el relieve ya muy afectado por movimientos en masa. El objetivo es introducir un poco más de diversidad en el monte, mediante plantación de diversas frondosas en los huecos generados por la corta de los grandes *Pinus radiata*. Estas frondosas pertenecerían a especies poco o nada representadas en el monte (*Quercus petraea*, *Tilia platyphyllos*, *Acer pseudoplatanus*), pero de las que se estima sería conveniente que existieran algunos ejemplares para proporcionar fuente de semilla y generar así una dinámica más rica; algo que se piensa adecuado tanto si finalmente se opta por declarar una reserva forestal sin intervención o se realiza una gestión forestal que incluya cortas comerciales (monte Sarón, Valle de Mena).

Figura 4.2.2. Imagen dentro del mismo monte que el de la fotografía anterior, ilustrativa de los rodales que domina *P. radiata*. Bajo los pinos se desarrolla una abundante regeneración anticipada de haya. Se aprecia cómo estas frondosas crecen magníficamente en los pequeños huecos dejados por los pinos que van sucumbiendo; aunque también lo hacen bajo el denso pinar. Para conseguir la mayor parte de los posibles objetivos de conservación no es necesario eliminar los pinos, pues estos, por una parte, aportan diversidad y, por otra, tienden a jugar cada vez un papel más reducido porque apenas se regeneran. Como siempre, conocer los procesos espontáneos, y utilizarlos para cumplir los objetivos, es la clave; este principio raramente se respeta, sobre todo por la prisa de los seres humanos en obtener resultados y en que estos sean claramente visibles. La diferencia entre la alternativa de cortar a hecho los pinos y hacer una clara en ellos resulta elocuente comparando las figuras…y…. (corta a hecho en Vizcaya y clara en Nava). En este caso, los riesgos geológicos impiden efectuar una clara en todo el pinar; por mucho que sería deseable en términos de conservación (monte Sarón, Valle de Mena).

En cuanto a la aplicación concreta de las ideas generales desarrolladas en el capítulo 3, en primer lugar se han delimitado las áreas en las que se ha decidido no actuar selvícolamente. Responden a tres posibles opciones:

- Áreas de pendiente superior al 50% y con grandes dificultades para construir accesos. Se trata sobre todo de la parte superior de los montes de la Peña, justo por debajo de los impresionantes farallones calizos que limitan el Valle de Mena por el sur. Es con diferencia la mayor superficie del valle excluida de la acción selvícola.
- Profundos e inaccesibles barrancos. Por este criterio se han excluido cuatro rodales en la parte oriental de los montes de Ordunte. Estos montes son en general redondeados, y las lomas son transitables por arrastradores, pero la pendiente se acentúa hacia los barrancos, algunos de los cuales sería muy costoso explotar.
- Terrenos inestables. Laderas que presentan un activo movimiento de reptación. Por esta causa se ha excluido buena parte del monte Sarón (Figura 4.2.1).

Se entiende que, con el planteamiento desarrollado en esta tesis, no es necesario impedir el aprovechamiento de madera en ningún lugar por motivos de conservación. Más bien, según se ha expuesto, el planteamiento es el contrario: si existen valores que proteger, casi seguro que, en algún momento, hay que intervenir. En todo caso, los terrenos de exclusión selvícola son suficientemente extensos y variados como para que constituyan una interesante red de referencia de cómo evoluciona un monte sin selvicultura. Algo que, como se ha mostrado en el apartado 4.1, por el momento no es muy necesario para los bosques espontáneos de la Cordillera Cantábrica, ya que la excepción son los tratados selvícolamente. En general, sin intervenciones, en las áreas excluidas tenderá a dominar el haya, aunque con matices:

- Algunas zonas son tan inestables que se generan huecos de cierta entidad en el dosel arbóreo, que pueden servir para la instalación de vegetación pionera y árboles relativamente intolerantes.
- Los barrancos de los montes de Ordunte son especialmente suaves en temperaturas, y en ellos existe una variada flora. En el arbolado dominan los robles, pero existe una gran variedad de posibles especies arbóreas que se desarrollarían magníficamente, constituyendo ricos bosques mixtos de frondosas. Desgraciadamente, la excesiva población de ciervos limitará en gran medida esta variedad; salvo que se adopten medidas efectivas contra ella.

Para la selección de los rodales concretos que deben ser objeto de corta en los 15 años de duración del plan se ha aplicado en primer lugar una rutina que emplea, en el sistema de información geográfica, la información contenida en las teselas de vegetación (Tabla 4.5).

Tabla 4.5. Criterios aplicados para la elección automatizada de las zonas de corta.

periodo cortas	rodales a considerar	criterios de exclusión			
1 quinquenio periodo 1 (2 años)	aprovechamientos evaluados individualmente	zonas exclusión	-	-	-
1 quinquenio periodo 2 (3 años)	clases biométricas: frondosa alta talla y conífera clase tamaño: fustal fracción cabida cubierta arbolada >= 90%	zonas exclusión	corta 1 quinquenio periodo 1	cortas a hecho	S < 10ha
2 quinquenio	rodales del 1 quinquenio periodo 1	zonas exclusión	corta 1 quinquenio periodo 1	cortas a hecho	S < 5ha
	clase biométrica: frondosa alta talla y conífera clase tamaño: fustal fracción cabida cubierta arbolada >= 90% 10ha > superficie >= 5ha				
	clase biométrica: frondosa alta talla y conífera clase tamaño: fustal 90% > fracción cabida cubierta arbolada >= 80%				
	clase biométrica: frondosa baja talla clase tamaño: fustal grueso y fustal medio fracción cabida cubierta arbolada >= 90%				
	tipo de masa: quejigar-hayedo clase tamaño: fustal fracción cabida cubierta arbolada >= 90%				
	clase biométrica: frondosa alta talla y conífera clase tamaño: latizal grueso fracción cabida cubierta arbolada >= 90%				
3 quinquenio	rodales del 1 quinquenio periodo 2	zonas exclusión	corta 1 quinquenio periodo 1	cortas a hecho	S < 5ha
	clase biométrica: frondosa alta talla y conífera clase tamaño: fustal 80% > fracción cabida cubierta arbolada >= 70%				
	clase biométrica: frondosa baja talla clase tamaño: fustal delgado excluir: quejigar-hayedo fracción cabida cubierta arbolada >= 90%				
3 quinquenio cortas a hecho	pinar radiata arrate	zonas exclusión	corta 1 quinquenio periodo 1		
	eucaliptares (incluida finca nocedal)				
	pinares radiata clase tamaño: fustal grueso y fustal medio superficie < 5ha fuera de MUP				
zonas de exclusión	montes de la Peña pendiente > 50%				
	monte Sarón pendiente > 45% y zonas inestables				
	Ordunte: barrancos Nava y Tres Concejos				

Dentro de los rodales seleccionados para el primer quinquenio se ha efectuado un trabajo de más detalle para los dos primeros años. En él se han delimitado las zonas de corta ya con precisión suficiente como para que sean planos directamente ejecutivos para la enajenación de madera. Para ello se ha analizado cada área de corta conforme a los criterios habituales en la gestión de los montes del norte de Burgos. Es decir, se han integrado las necesidades selvícolas con la organización general de las cortas efectuadas hasta el momento, la red viaria existente, las prioridades de los propietarios, etc.

Con posterioridad al trabajo automatizado de selección de superficies, este se ha afinado con un procesado manual de más detalle, semejante al efectuado con las claras previstas para los dos primeros años pero abordado con menos factores. El conocimiento del terreno permite identificar posibles errores, y ampliar, reducir, excluir o incorporar las superficies de corta generadas por el ordenador. El resultado es el plano de la Figura 4.2.3.

La superficie total de las cortas estimadas es de 7.812,6 hectáreas. Dado que la gran mayoría de las claras efectuadas en el primer quinquenio se van a repetir en el segundo o el tercero, la superficie de terreno recorrida por cortas es de 5.349,3 hectáreas. Esta cifra representa el 55,7% de los bosques densos del conjunto del Valle de Mena, y el 60,5% si excluimos los bosques densos del área en la que no se va a aplicar selvicultura. Indudablemente, se trata de unos porcentajes importantes que exigirán un enorme esfuerzo para todos los implicados en su ejecución.

Las cortas a hecho, que no encajan dentro de la filosofía general expuesta en el capítulo 3, solo se prevén en los siguientes supuestos:

- Repoblaciones de eucalipto, salvo alguna recién cortada.
- Pequeños rodales de *Pinus radiata*, de menos de 5 ha. Se trata en general de plantaciones muy densas de propiedad particular. En ellas, por características dasométricas, se deberían hacer claras; pero, al menos en la actualidad, las ideas selvícolas preconizadas en este texto no están tan difundidas
- Un rodal de 18 hectáreas de *Pinus radiata*, con árboles ya viejos para la especie pero no decrépitos, y en el que su propietario (el Ayuntamiento de Valle de Mena) desea sustituir los pinos por frondosas autóctonas, asumiendo el coste de su plantación. Antes de la corta a hecho se va a efectuar una clara, con el objetivo de dar una oportunidad a que se produzca la regeneración anticipada de frondosas. Si esta aparece en abundancia se revisaría la corta a hecho planificada por si fuese más conveniente aplicar alguna clara más, aunque ya se trataría de pinos muy añosos. Aunque parece poco probable que, si en medio siglo las frondosas se han instalado en escasa cuantía, lo hagan ahora con profusión, lo cierto es que en la actualidad las condiciones son favorables; y, como siempre, el selvicultor debe estar expectante ante dinámicas imprevistas y, si es caso, aprovecharlas.

En principio todas las cortas a hecho se han diseñado para su ejecución en el tercer quinquenio, ya que en ninguno de los casos, al menos de cierta entidad, son urgentes. Como se ha explicado, aunque se cree que en general este tipo de cortas no es la mejor alternativa, existen excepciones y se prefiere no adoptar una postura dogmática; especialmente inadecuada cuando en la cultura forestal del valle las cortas a hecho están interiorizadas.

El plan forestal elaborado se ha enfocado para dar respuesta a una problemática existente en buena parte del Valle de Mena: la imperiosa necesidad de incrementar las claras para anticipar los derribos masivos. Con el sistema de claras descrito en el capítulo 3, y más todavía con las cortas a hecho, la cartografía es el elemento fundamental de la planificación. Para elaborar el plan de claras se ha empleado parte de la información recogida en las teselas de unidades de vegetación; también se ha usado el medio geoclimático, en concreto la geología y la topografía, esta última modelizada con notable precisión gracias a la información lidar.

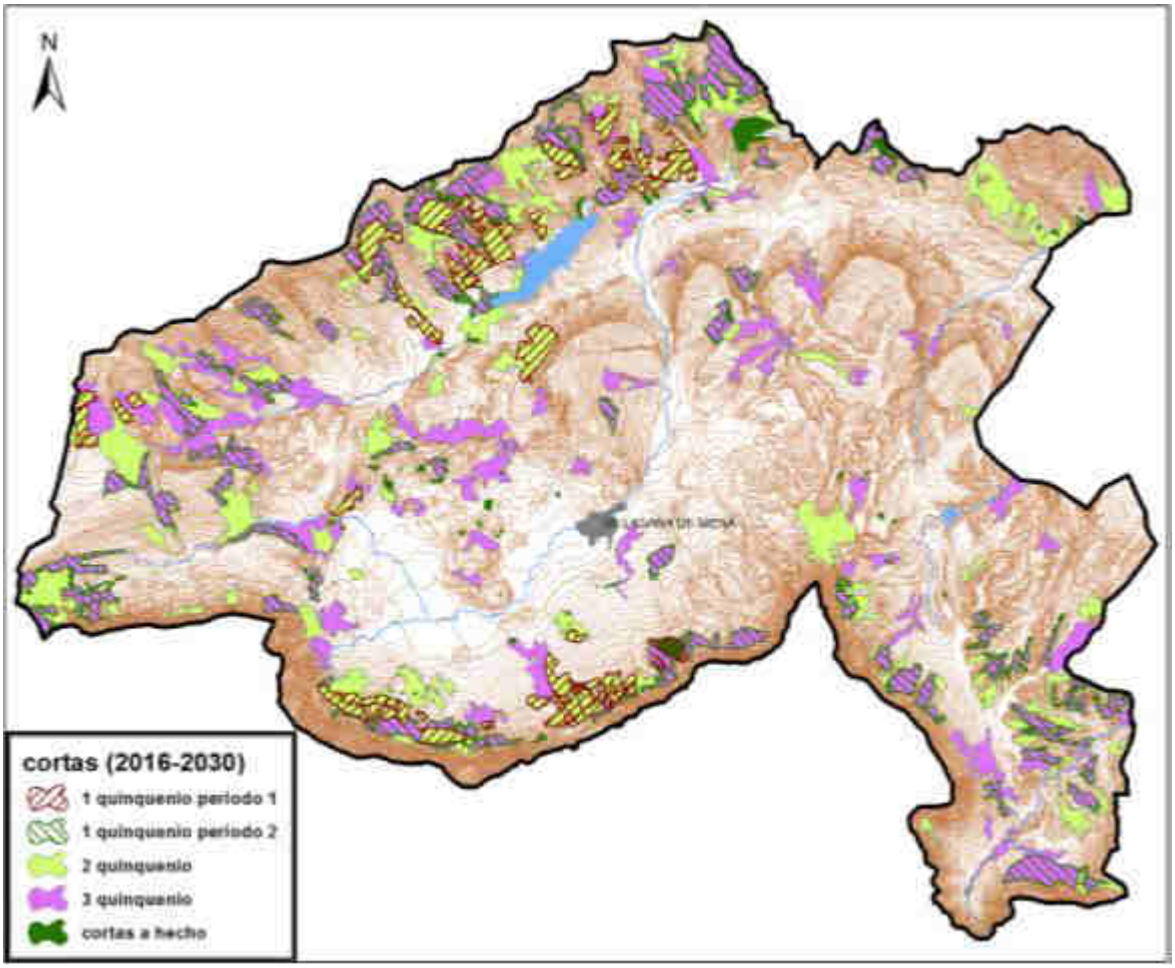


Figura 4.2.3. Plano de cortas previstas en el periodo 2016-2030.

Si hubiese en encasillar la planificación aquí efectuada dentro de un método, este sería el de ordenación por rodales. Pero más propiamente se trataría de una "ordenación por grupos o bosquetes", pues este es el nivel en el que se pretende aplicar la selvicultura que en cada momento y lugar se juzgue como más adecuada para alcanzar los objetivos previstos.

Aunque la constancia no es necesariamente, en sí misma, un objetivo de la planificación forestal, sí parece conveniente evaluar las repercusiones de lo previsto respecto a una variable tan útil como es el volumen de madera:

- En primer lugar es preciso resaltar qué poco ha sido esta variable constante en el pasado, como ha quedado puesto de manifiesto en el trabajo recogido en el capítulo 2. Seguramente, la única constancia que ha existido en los montes españoles en los últimos milenios ha sido la del continuo y profundo cambio. Quizá no tan rápido como el asociado al fin del sistema agrario tradicional, pero la historia nos muestra profundas convulsiones políticas y socioeconómicas a lo largo de los siglos, que sin duda tuvieron su reflejo en los montes, y por tanto en el volumen de madera que se acumulaba en ellos.
- La selvicultura aquí propuesta, si se logra implantar con éxito en el territorio menés, conllevaría a largo plazo una relativa constancia en las existencias de madera, como contraste con las profundas transformaciones que tienen lugar en sistemas menos intervenidos: si se logra que las cortas sean el principal evento renovador en los bosques, estos estarían mucho menos sujetos a eventos "catastróficos", como incendios o derribos masivos. De una forma no premeditada, una cierta estabilidad temporal se asentaría en los montes. Hasta que alguna nueva circunstancia, quizá un "cisne negro" (Taleb, 2007), cambiase de nuevo algo esencial para la dinámica forestal. Podría ser un cambio tecnológico, socioeconómico o de mentalidad, o una enfermedad u otro evento de afección masiva. No importa el detonante: el relativo equilibrio no acostumbra a ser muy duradero en los montes; se podría decir que es contranatural en ellos. Lo que quizá da un especial valor a la constancia lograda en algunos bosques centroeuropeos, que mediante técnicas en

apariencia poco agresivas han logrado pervertir la esencia de la naturalidad, que es la del profundo y constante cambio.

- En todo caso, los eventos extraordinarios referidos en el punto anterior no están contemplados en los análisis selvícolas habituales ni en la planificación. Para comparar lo aquí previsto respecto a los métodos ordinarios no se va a considerar el advenimiento de "cisnes negros". Dentro de lo que es la previsión ordinaria, originalmente la ordenación preveía una constancia completa, de rentas y de edades; idea que se ha flexibilizado enormemente con el paso del tiempo pero que sigue condicionando esta disciplina. La selvicultura de claras suaves y frecuentes puede teóricamente aplicarse sin límite temporal. A medida que los árboles vayan siendo más grandes, las claras se irán transformando, casi inadvertidamente, en entresacas. Llegado un punto de acumulación de existencias, la idea es mantenerlas relativamente constantes, excepto lógicamente las variaciones que imponga la naturaleza, y con otro matiz que está en la esencia del método propuesto: el oportunismo que debe ser asumido en su vertiente más constructiva. En la medida en que cambien las condiciones de mercado, o el clima, o cualquier otro factor, el selvicultor debe estar atento para incrementar o disminuir el nivel de corta, que resulta de la combinación de intensidad y frecuencia. El objetivo es anticiparse en lo posible, tanto a posibles problemas (por ejemplo, plagas como consecuencia de un aumento de temperaturas) como a coyunturas favorables (por ejemplo, aumento de los precios de ciertos recursos).

Las necesidades de corta, según se han expuesto, suponen un incremento sustancial respecto a la selvicultura que se ha aplicado en el último quinquenio en el Valle de Mena, que a su vez ha constituido una auténtica revolución respecto a lo que se realizaba anteriormente; en el sentido de que el volumen cortado y, sobre todo, la superficie recorrida por cortas, ha sido muy superior a lo que se ha efectuado desde los años 80 del siglo XX (es difícil tener estimaciones precisas de lo ocurrido con anterioridad). Por supuesto, un cambio de la trascendencia que implica el análisis aquí realizado no se improvisa: hacen falta medios materiales, que el mercado absorba la oferta sin una gran caída de precios y, sobre todo, capital humano en forma de conocimiento.

Casi toda la madera, tanto de coníferas como de frondosas se prevé obtener a través de claras suaves; salvo imprevistos, que con seguro acaecerán, como incendios, derribos en masa, plagas o enfermedades, que obliguen a incrementar las intensidades de corta. Como se ha expuesto, para llevar a cabo el plan es precisa una mejora en la formación de los profesionales forestales implicados.

Respecto a las cortas planificadas en coníferas, estas no son sustancialmente diferentes en volumen respecto a lo que ha venido ejecutando en los años recientes, aunque sí en cuanto a la forma de realizarlas: mientras que antes las cortas a hecho representaban aproximadamente la mitad del volumen obtenido, no se prevé realizar ninguna en los próximos 15 años. El mercado de madera de coníferas, tanto destinada a trituración como a aserrío, es muy activo en esta parte de España, y no se prevén problemas para poder venderla; sobre todo teniendo en cuenta que la práctica totalidad de los pies que se van a cortar son los que superan los 20 cm de diámetro normal. En el pasado han existido importantes oscilaciones en el precio, y es razonable suponer que estas existirán en el futuro, pero se estima que por unos años no hay riesgo que estas cortas caigan por debajo del umbral de rentabilidad de las operaciones.

La diferencia en volumen y en superficie tratada estriba sobre todo en los aprovechamientos de leña de frondosas, sobre los que existen dudas de que se puedan seguir enajenando a un precio suficientemente atractivo para las entidades propietarias. En la actualidad se venden todos los lotes de leña, y a un precio razonable, pero lo cierto es que esto ocurre solo desde hace 5 años, y no se conoce la posibilidad de incrementar sustancialmente la oferta sin que los precios se resientan de forma acusada: la leña tiene un escaso valor por unidad de volumen, por lo que, al menos en teoría, es muy dependiente de que el consumo se realice cerca. Lo cierto es que a veces ha viajado hasta destinos tan lejanos como Italia, pero se entiende que son situaciones un poco excepcionales. En todo caso, el mercado principal para la leña menesa es el vasco, y más concretamente el vizcaíno: con una población que supera el millón de habitantes y sin apenas bosques de frondosas, con una gran cercanía y buenas comunicaciones con Mena, Vizcaya resulta el destino ideal. El potencial de consumo vasco, sobre todo si se extienden en poblaciones importantes las redes de calor que de forma incipiente se están instalando en pequeñas zonas, es muy prometedor: podría absorber mucha más biomasa de la que producen las frondosas espontáneas del entorno vizcaíno. Actualmente, además de al País Vasco, también es habitual la exportación a otras provincias cantábricas, en concreto a Cantabria y Asturias, pero se entiende

que es algo irracional, derivado de la falta de asentamiento de la selvicultura en estas comunidades, que disponen de una gran superficie de masas de frondosas necesitadas de claras.

A corto plazo, más problemático que el mercado resulta el hecho de que, en la actualidad, los rematantes que trabajan en la zona no quieren en general aumentar su plantilla de trabajadores ni efectuar grandes inversiones en maquinaria. Pero se entiende que este es un tema coyuntural, pues si el mercado lo demanda (y lo paga suficientemente) lo razonable es pensar que el nicho se acabe llenando.

Seguramente, el problema más de fondo que existe hoy en día para no acelerar en exceso las cortas es la escasa formación en el tipo de selvicultura que se propone, a todos los niveles: técnicos, agentes medioambientales, empresarios, operarios de maquinaria, motoserristas. Afortunadamente, no ha llegado aquí la falta casi absoluta de profesionales en la explotación de la madera, como ocurre en el sur de España, pero hay otro problema que es menor pero exige un cierto cambio: en la zona ha predominado un tipo de selvicultura “agronómica”, en la que el respeto a la regeneración natural no es un objetivo, ya que lo que se prevé es corta a hecho y subsiguiente repoblación. Para conseguir árboles con madera muy valiosa es necesario aplicar repetidas veces claras en un mismo lugar, y en cada una de ellas se deben evitar daños, al menos a los pies de calidad y al regenerado. Esto exige conocimiento, pericia en el manejo de la maquinaria y atención en todos los trabajos. Aunque urge la realización de claras en grandes extensiones, es preferible no forzar la situación en tal grado que los daños infligidos dejen de compensar los beneficios selvícolas.

La leña es concebida aquí como un instrumento para la obtención en un futuro de madera de la máxima calidad en frondosas. En la actualidad, el tipo de madera existente en los bosques planifolios de Mena, y en la mayoría de los españoles, o le falta tamaño o calidad. Mientras se venda la leña en pie y quede un margen para el propietario, existen esperanzas de que se pueda alcanzar el objetivo de la excelencia. En el proceso lo más difícil es empezar, puesto que a medida que se vayan ejecutando claras en un mismo rodal, tenderá a aumentar la proporción de madera valiosa y será más fácil enajenar el aprovechamiento subsiguiente.

4.2.1.3. **Renovaciones futuras**

Tal y como se ha expuesto reiteradamente en la tesis, el diseño del régimen de renovaciones es la pieza clave de la política de conservación forestal, y está evidentemente relacionado con muchos otros aspectos de gestión. En una gestión anticipadora este es un aspecto clave. La iniciativa en las renovaciones se pretende conseguir mediante aprovechamientos, que constituyen la única forma viable de aplicar las acciones en grandes extensiones.

En Mena, los principales aprovechamientos forestales, por valor, son los de leña y madera, que se han diseñado y cartografiado previamente. Sobre los demás, el esfuerzo realizado en su análisis ha sido mucho menor, y simplemente se van a dar unas pinceladas.

Con respecto a la actividad cinegética, sería deseable incrementar la caza de hembras de ciervo, para rebajar el elevado nivel de daños en la vegetación que se ha puesto de manifiesto en los montes de Ordunte. Se estima que ese incremento no variaría sustancialmente los ingresos por esta actividad, en la que se valoran principalmente los trofeos reportados por machos.

Respecto a los aprovechamientos de pastos, de colmenas y en general todos los demás excepto los de maderas y caza, se prevé una continuidad respecto a lo que se viene ejecutando. Se puede pensar que no habrá problemas para continuar con los precios actuales, y en líneas generales se estima que una mejora en su organización, que siempre es deseable, no es ahora prioritaria dentro de la gestión forestal, habida cuenta de la ingente labor necesaria en selvicultura.

En la Figura 4.2.4 se indica, para cada superficie, el tipo de evento renovador que se prevé como más determinante en lo que resta de siglo XXI. Por supuesto, cuando se efectúan previsiones a este plazo, el grado de incertidumbre es enorme. Además, se trata de una simplificación, ya que lo normal es que actúen de forma conjunta varios tipos de eventos; solo se ha reflejado en el mapa el que se prevé que va a tener una repercusión más relevante en la trayectoria futura del ecosistema. Como ya se ha expuesto, es la acción combinada y secuencial de todos los eventos, con sus precisas características, lo que es determinante. Así que el tipo principal de evento solo da una indicación general sobre la ruta futura del monte. Por otra parte, en el caso de cortas, estas pueden efectuarse de muchas formas diferentes, con repercusiones dispares. Incluso mediante claras suaves, como se ha mostrado previamente, se puede guiar al ecosistema con un abanico casi ilimitado de opciones. La figura 3.3.50, que muestra cómo se pueden regenerar pinos bajo hayas, es harto elocuente en este sentido.

Para todo Mena se ha establecido un tipo predominante de evento renovador. Incluso para los terrenos no forestales. Las superficies se han dividido, en cuanto al tipo de evento más determinante, según estos criterios:

- Áreas cuya principal renovación es pastoreo: pastizales y matorrales en general, con algunas excepciones que en parte se detallan posteriormente.
- Áreas cuya principal renovación es siega: los prados del fondo del valle.
- Áreas cuya principal renovación es desbroce: lugares en los que se ha previsto desbrozar para mantener el pastizal en óptimas condiciones. En general se trata de las zonas más querenciosas para el ganado.
- Áreas cuya principal renovación serían cortas: todos los bosques, excepto los excluidos de explotación.
- Áreas cuya principal renovación serían derribos: los bosques excluidos de explotación.
- Áreas de difícil progresión sucesional, por medio muy duro unido a veces a eventos reincidentes: roquedos, laderas muy pendientes, infraestructuras humanas, turberas.

Los matorrales y arbustedos se han dividido entre:

- Renovación por desbroce, los de mayor aptitud pascícola.
- Pastoreo, los pastos de mediana calidad en terrenos no muy productivos en los que la sucesión progresa con relativa lentitud (para los estándares de Mena).
- Cortas, cuando se prevé que van a ser colonizados por árboles en un breve periodo. Esto también se aplica para los pastizales con una fuerte tendencia sucesional hacia bosque.

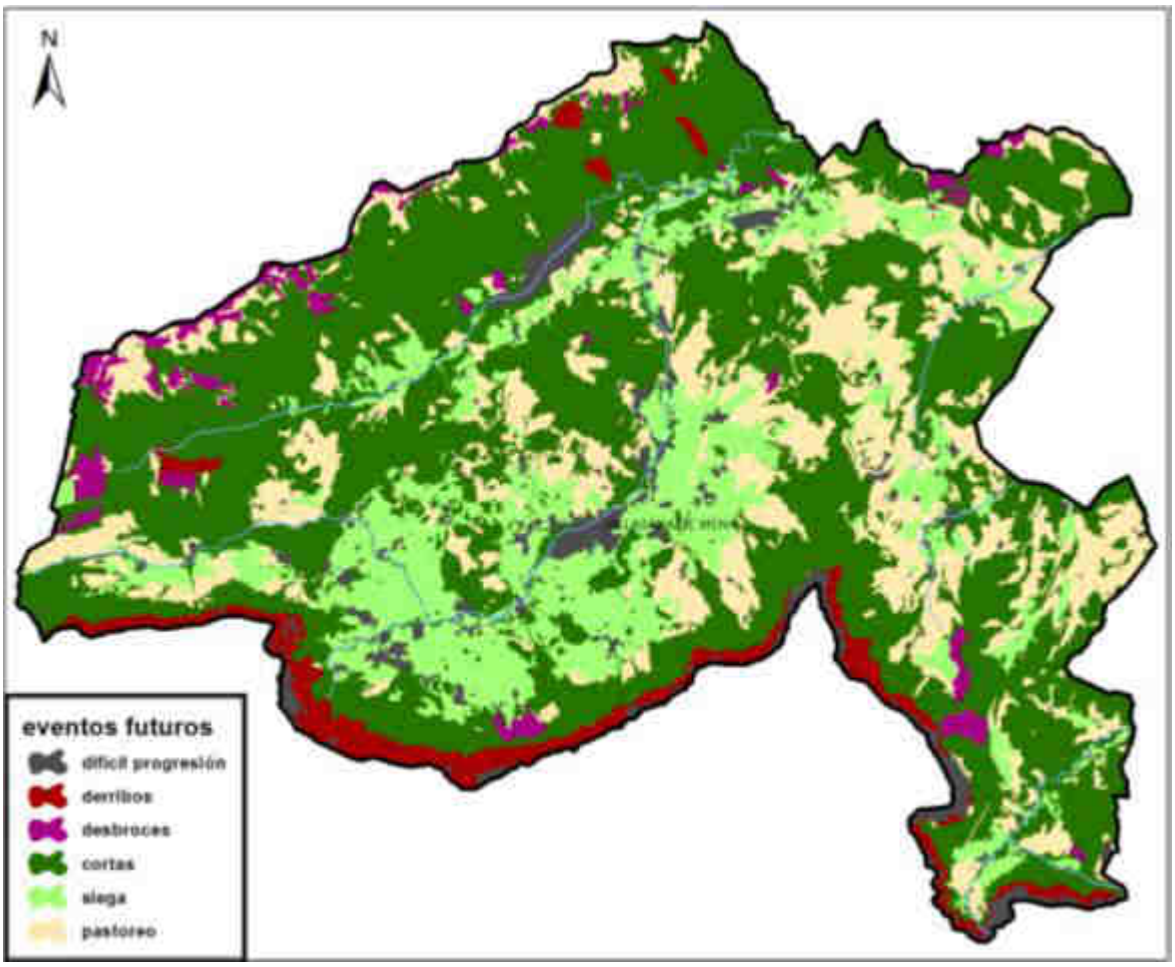


Figura 4.2.4. Evento renovador más determinante que está previsto que actúe.

No se ha delimitado ninguna superficie en la que esté prevista la renovación por fuego, ni en incendio ni en quema prescrita. Evidentemente, teniendo en cuenta el pasado de Mena, esta previsión corre elevados riesgos de no cumplirse. Pero, dado que el fuego prescrito no se contempla como una opción adecuada, no tendría sentido cartografiar un evento que, si se

produce, será por una acción no prevista. En todo caso, sí está previsto cómo actuar en caso de que el incendio finalmente ocurra:

- Acotamiento automático de los aprovechamientos ganaderos, sin posibilidad de levantamiento hasta la recuperación de la cubierta vegetal.
- En caso de incendios de gran extensión, posible acotamiento de la actividad cinegética.
- Aprovechamiento de la madera, salvo que esta sea de escaso valor, o que sea preferible mantenerla para prevenir riesgos erosivos, favorecer la regeneración u otras posibles motivaciones.
- Obviamente, si un rodal es gravemente afectado por el fuego, se suspenden los aprovechamientos madereros previstos, que probablemente serán sustituidos por otros diferentes, según lo expuesto en el anterior punto. En caso de que incendios de suelo afectaran a rodales en los que estuviese prevista la clara, se evaluará la conveniencia de seguir con lo planificado: si el daño al arbolado hubiese sido escaso, lo lógico es continuar con el plan; si es de cierta entidad, es mejor posponer la clara.
- Salvo incendios de gran magnitud, poco probables en Mena, se mantendrán los aprovechamientos en las zonas no afectadas.

Además de incendios, es seguro que van a acaecer otros eventos imprevistos. Al menos, debidos a plagas, enfermedades, daños climáticos, derribos fuera de las zonas de reserva delimitadas, deslizamientos de terreno, construcción de infraestructuras de las que todavía no se tiene previsión, etc. En todos los casos, conviene tener una idea de cómo actuar:

- Respecto a plagas y enfermedades, el abanico de respuestas es muy amplio, en función del agente patógeno. En los casos teóricamente más peligrosos, la respuesta está decidida de antemano por la normativa, que a veces es muy tajante. En principio cuando existe riesgo de propagación del patógeno y de graves afecciones si se expande; aunque en realidad esto no funciona también como sería deseable, puesto que a veces se ejecutan acciones draconianas con patógenos ya muy difundidos y otras veces no es posible anticipar el alcance de los daños. En general, si la afección es elevada, es preciso reconsiderar el programa de claras. Pero no necesariamente excluirlas: incluso en algunos casos puede ser preciso adelantarlas en rodales muy densos en los que sea conveniente que los pies sean más vigorosos, para prevenir el daño del patógeno o para mejorar la recuperación de la vegetación tras verse afectada.
- Los daños climáticos, por ejemplo por granizo, sequía o helada, no conllevan medidas tasadas previamente en la normativa, como ocurre con las plagas y enfermedades más agresivas; y no hay que tomar precauciones por la posible propagación de patógenos. Por lo demás, la respuesta puede ser semejante a lo descrito previamente para los problemas de sanidad forestal.
- Los derribos imprevistos son habituales tanto en las masas intervenidas como en las que no lo están. Hasta ahora lo frecuente era siempre intentar aprovechar la madera caída, sobre todo por el problema de que si no se hacía se podrían desencadenar plagas, sobre todo de insectos perforadores de la madera. La práctica en Mena, y en general en el norte de Burgos, ha demostrado que este riesgo es mucho más limitado de lo que se pensaba. Prácticamente nulo si se trata de frondosas. Con pinares extensos y coetáneos el riesgo es sin duda mayor. En todo caso, con carácter general se deberá aprovechar solo la madera que sea rentable para su explotación comercial, dejando el resto. En principio, si en un pinar hay mucha madera caída, no hay que pagar por retirarla; así que la situación de mayor riesgo no parece la más problemática para ejecutar la medida preventiva de la extracción de los fustes. Si no existe rentabilidad económica, y no hay indicios concretos y no generalistas de un elevado riesgo de plaga, lo mejor es dejar la madera caída en el monte. Esto último se efectuará en todo caso en los rodales de bosque en que está previsto actuar mediante cortas: lo que no tiene sentido es que solo se actúe a remolque de los acontecimientos. Con los derribos, como en tantas otras decisiones, ha predominado la estética sobre la ecología.
- En los deslizamientos de terreno, relativamente frecuentes en el Valle de Mena, lo habitual será simplemente reparar las infraestructuras dañadas y aprovechar la madera accesible y cuyo aprovechamiento sea rentable. En función de las precisas características del movimiento del terreno y de la red viaria, puede ser conveniente modificar el trazado de alguna pista o efectuar trabajos de defensa preventivos. Pero estos son en general muy caros, y normalmente se actúa a remolque de la naturaleza. En este caso, a diferencia de lo que ocurre con la gestión forestal en general, puede ser una alternativa adecuada: muchas

veces es mejor hacer pequeñas reparaciones de los desperfectos sufridos (retirar los desprendimientos, rellenar un poco el firme, drenar el agua, etc.) que acometer costosas inversiones de resultado incierto: las pistas forestales no son carreteras que deben estar abiertas en todo momento, sino que hay que asumir que, por ejemplo tras intensas precipitaciones, pueden estar temporalmente cortadas. Lo expuesto aquí se debe entender compatible con una mejora continua del diseño de los viales y de la evacuación de las aguas; cuestiones sobre las que se ha incidido más extensamente en el capítulo 3.

- La construcción de infraestructuras en terreno forestal tiene para este un carácter, normalmente, de renovación "definitiva". En consecuencia, sería un sinsentido prever cómo actuar forestalmente tras el evento. En este caso lo importante es lo que se efectúe antes de que ocurra: ya que se trata de un tipo de evento que, salvo ilegalidades, requiere una tramitación previa que es prolija, existe la oportunidad de evitar que afecte a las zonas de monte a las que se asigne mayor valor. Al menos en Castilla y León existe un sistema de informes ambientales bien integrado, en el que toman parte los técnicos forestales.

4.2.1.4. **Trabajos no autofinanciados**

Según lo desarrollado en el capítulo 3, para lograr la sostenibilidad es muy importante que la mayor parte de los trabajos se realicen a través de aprovechamientos, a lo que habría que añadir que el mantenimiento de las infraestructuras del monte debe correr a cargo de sus usuarios, al menos en su mayor parte. Esto se puede aplicar en general, para todo tipo de actuaciones necesarias: desbroces o abonados que ejecuta el ganadero adjudicatario, que es también el que instala o repara los cerramientos; pistas que son construidas y mantenidas por titulares de concesiones administrativas; usuarios invernales que reparan los daños que producen en los viales cuando estos están más húmedos; etc. Respecto a las cortas, existen una serie de motivos para haber decidido, salvo excepciones puntuales, que todas se vayan a efectuar a través de ventas de madera y no como tratamientos selvícolas:

- En general se prefiere no efectuar clareos precoces, salvo intervenciones puntuales a favor de unos pocos pies de futuro, por una serie de motivos: para que los árboles dominen perfectamente el matorral heliófilo, en la fase de expulsión; para que los pies se autopoden; para mantener una amplia base sobre la que elegir futuros pies de porvenir; etc. En caso necesario, se interviene, pero no de forma masiva.
- En Mena, tal y como se ha expuesto, existe un buen mercado para la madera de escasa dimensión, tanto si se trata de coníferas (madera de trituración con destino a papel o tableros) como de frondosas (leña). Gracias a ello, no hace falta esperar mucho para que un rodal alcance el umbral de rentabilidad. Incluso es habitual que se alcance antes de verse cumplidos los objetivos mencionados en el anterior punto.
- En los tratamientos selvícolas han predominado las cortas por lo bajo, con desastrosas consecuencias para muchos objetivos, como se ha mostrado en el capítulo 3. En general, las empresas de aprovechamiento maderable están mucho más habituadas a trabajar con árboles grandes, cuyo apeo es muy peligroso para operarios no preparados como son en general los que efectúan tratamientos.
- En las cortas comerciales está mucho mejor admitido por la sociedad rural cortar árboles gruesos: los lugareños no ven con buenos ojos que se corten grandes pies sin que se pague por ello, lo que limita enormemente las posibilidades selvícolas.
- En las cortas comerciales, casi siempre por lo alto, se marcan previamente, uno por uno, los pies a cortar; y también aquellos que deban ser objeto de un especial respeto o de un tratamiento específico (por ejemplo, anillamiento). En tratamientos selvícolas, efectuados en la forma habitual, es mucho más penoso y de peores resultados marcar todos los pies a cortar. Esto tiene más sentido en clareos puntuales, que son los que se prevén en este plan.
- Pensando en actuaciones futuras, la red de calles debe ser establecida sobre el terreno en función de las necesidades de desembosque. Cuando se hacen calles en clareos el resultado es casi siempre que hay dificultades para adaptarlas, con posterioridad, a los requisitos de la maquinaria de desembosque. Y, cuando no se efectúan, son más difícil de aprovechar los restos de los tratamientos.
- Y, por supuesto, los gestores tienen la responsabilidad de obtener los mejores resultados con el menor gasto posible. Y, cuando sea posible, obtener ingresos.

En general, existe una preferencia en los gestores de los montes públicos a cortar a través de tratamientos. Parece como si se pudiera ser más exigente en un trabajo que se remunera que si este lo ejecuta alguien que paga un dinero por aprovechar los productos resultantes. Pero desde

la perspectiva de la administración forestal eso no está fundamentado: tanto en uno como en otro caso rige un pliego de condiciones que se debe cumplir en igual medida, y eso es responsabilidad de los empleados públicos encargados de la gestión (técnicos y agentes medioambientales en el caso de Mena).

Evidentemente, desde la perspectiva de los propietarios siempre es preferible recibir un dinero. Para que los propietarios sean más favorables a los tratamientos selvícolas en sus fundos, incluso se ha llegado a la perversión de pagar con dinero público clareos que podrían haber sido claras autofinanciadas, y luego vender los productos resultantes; lo que no deja de ser una subvención al propietario, encubierta y tremendamente ineficaz. Urge un cambio de mentalidad en el funcionariado español, y no solo en el forestal: hay que pensar en primer lugar qué se puede aportar a la economía del conjunto, y solo después se está moralmente legitimado para solicitar financiación pública (Figura 4.2.5).

Figura 4.2.5. Foto 48653. Hayedo en el que se ha efectuado un clareo dos años antes de tomarse la imagen. Aunque lo ha realizado una cuadrilla de prevención de incendios forestales, desde ese punto de vista la repercusión del trabajo ha sido nula: el riesgo era muy bajo y así se mantiene. Se ven los restos apilados. Como se han cortado en trozas excesivamente cortas será muy difícil que un rematante de madera este interesado en su aprovechamiento, incluso aunque se integre en una clara. Los vecinos tampoco han aprovechado la leña. El efecto selvícola de la intervención, moderada y por lo bajo, ha sido muy escaso. Se puede afirmar que ha sido un dinero muy mal empleado, pero al menos, fruto de la moderación, no se ha comprometido el futuro del rodal: es frecuente que las consecuencias sean incluso negativas, derivadas de la falta de señalamiento de los pies apeados. Dado que el haya se extiende con rapidez en los huecos dejados, vuelve a ser necesaria una corta, que en este lugar podría ser perfectamente autofinanciable (Vallejuelo, Valle de Mena).

Los principales tipos de trabajos previstos en el Valle de Mena para los próximos 15 años son:

- Construcción y mantenimiento de pistas forestales. Aunque con carácter general se prevé que estas deben ser sufragadas por el adjudicatario de un aprovechamiento o por un concesionario de un uso, esto no es siempre factible; sobre todo, por las abultadas inversiones necesarias en algunos terrenos. Por ejemplo, los montes de la Peña son muy arcillosos, y en una húmeda umbría, los viales principales necesitan aportar material para una mejora del firme; esta obra es especialmente cara.
- Desbroces de viales. Se concentra en los montes de Ordunte, donde son más necesarios: tanto por su pasado de reiterados incendios, como por la vegetación pirófita que prolifera en ellos, sobre todos tojos como subpiso en los bosques, con frecuencia madroños, y en la parte alta un extenso brezal-tojal. Evidentemente, ambos factores, los históricos y la vegetación actual no son independientes, como se muestra repetidas veces en esta tesis. La orientación

general de solana de estos montes es un motivo añadido para concentrar en ellos medidas preventivas. En sentido contrario, apenas se prevén trabajos en los umbrosos montes de la Peña, cubiertos sobre todo de hayedos y con un historial de incendios existente pero mucho más reducido. En ellos apenas existe el problema de la proliferación del matorral heliófilo y pirófito que se da en los caminos de Ordunte.

- Desbroces para mantener pastizales. No se prevé actuar en zonas diferentes a las que tradicionalmente se viene trabajando. El objetivo es consolidar la calidad de los pastaderos. Dado que se trata de repasos de áreas ya desbrozadas previamente, los costes se abaratan de forma ostensible. Con el tiempo, a medida que un césped se va asentando, el periodo entre actuaciones se va alargando.
- Mantenimiento de repoblaciones. Aunque no están previstas ni nuevas repoblaciones de terrenos rasos, ni cortas a hecho que pudieran exigirlas, existen una serie de parcelas plantadas en los años previos y que deben ser atendidas conforme a los trabajos habituales:
  - Reposición de marras
  - Recolocación de tubos protectores y sustitución de los defectuosos
  - Mantenimiento de cierres
- Instalación y mantenimiento de vallados cinegéticos. En Mena existen tres vallados cinegéticos en montes de utilidad pública, que se construyeron con el objetivo de defender frente al ciervo tres rodales con especies arbóreas singulares: uno con tejos, otros con loros (*Prunus lusitanica*) y el último con laureles; todos ellos en los montes de Ordunte. En el futuro está previsto instalar un cierre para posibilitar la instalación de robles, también en los Ordunte. Es importante mantener estos cierres en perfectas condiciones porque si no, su efecto es contraproducente: si se cuela un ciervo allí no tiene competencia y además puede serle difícil salir.
- Colocación y mantenimiento de cierres ganaderos. Este trabajo corre generalmente a cuenta de los adjudicatarios. Se intentará que en el futuro sea siempre así, pero existen situaciones en que es inevitable una inversión por parte del propietario o de la administración forestal. Por ejemplo, cuando se quiere hacer atractivo un pastizal que sin esa inversión no sería aprovechado; o en ecosistemas que se quiera fomentar la renovación por pastoreo, para su conservación; o en lugares en que se pretenda limitar la afección del ciervo (Figura 4.2.6).
- Retirada de cerramientos sin uso. Los cierres son un magnífico instrumento para conseguir organizar el ganado, pero cuando no se usan se convierten en un desecho antiestético, molesto y peligroso. En teoría los ganaderos deben retirar los que ya no les sirven, pero en Mena proliferan inservibles cierres de origen variado: ganadero y de viejas repoblaciones, sobre todo. El alambre tarda muchos años en descomponerse y debe retirarse del monte.
- Los clareos se van a ejecutar cuando se juzgue conveniente ayudar unos pocos pies por hectárea, siempre de forma selectiva. Un ejemplo de esta necesidad puede ser cuando exista un regenerado de varias especies arbóreas en el que se tema que, si no se interviene, solo va a desarrollarse el de haya. Otra situación se presentaría cuando un pie de rápido desarrollo inicial y mala conformación impida el crecimiento de uno con mucho mejor potencial. Se trata de actuaciones baratas, ya que requieren un trabajo físico muy liviano: sobre todo recorrer el terreno, ya que el tratamiento en sí consistirá fundamentalmente en anillar pies delgados, en un número reducido.
- De forma excepcional, es interesante efectuar un clareo en masa en lugares estratégicos de cara a la prevención de incendios forestales en los que exista una demanda de aprovechamiento ganadero, de forma que el mantenimiento gratuito esté asegurado (Figura 4.2.7).
- Las podas podrán ser de dos tipos, fundamentalmente:
  - Podas bajas masivas, a la mayor parte de los pies. Sobre todo en jóvenes repoblaciones de coníferas, sobre todo para mejorar la transitabilidad del bosque, y también generar una cierta discontinuidad vertical, que disminuya la inflamabilidad del dosel. Se podan las ramas bajas hasta 2 metros de altura, o un poco más.
  - Podas altas a favor de unos pocos pies de porvenir. Sobre todo en coníferas, aunque puntualmente también en frondosas. Se poda hasta 5,5 metros de altura.

De acuerdo con todo lo expuesto, y analizando las necesidades de los montes que no está previsto puedan costearse completamente a través de aprovechamientos, se ha elaborado un mapa con los trabajos no autofinanciados previstos (figura 4.2.8).

Figura 4.2.6. Costosa repoblación efectuada con frondosas (básicamente roble) a baja densidad (400 pies/ha). Se ha rehecho recientemente: la que se había efectuado en 1999 se malogró por daños de ciervo, como causa principal. Ahora se han instalado tubos protectores. Pero, por limitación presupuestaria, solo unos pocos son de 2 m de alto, con 3 gruesas estacas; el resto son de 1,5 m de alto, claramente insuficientes frente al ciervo. La idea es que al menos sobrevivan unos pocos pies que sirvan de fuente de semilla; y quizá con el tiempo, cuando prolifere el matorral, algún roble pueda regenerarse de forma espontánea. Existe una posible alternativa: arrendar el aprovechamiento del terreno a ganado ovino. Las ovejas no dañarían las plantas con tubos y si pastorean con cierta intensidad el lugar dejaría de ser atractivo para los ciervos. Desgraciadamente, hoy en día la rentabilidad de las explotaciones ovinas está muy comprometida, y apenas hay demanda de pastoreo con ese ganado en el monte. Para aumentar las posibilidades de encontrar un adjudicatario, este debería encontrar todo tipo de facilidades; entre ellas, desde luego, un cerramiento adecuado. Es un ejemplo de situación en la que puede interesar al propietario o a la administración forestal sufragar un cierre ganadero (Ribota, Valle de Mena).

Figura 4.2.7. Foto 49641. Faja auxiliar en un latizal delgado de encina y quejigo. Se ubica en una cresta, por la que discurre una pista forestal. Se ha efectuado un clareo, la poda de los pies remanentes, y el desbroce y trituración de restos de forma mecanizada. El lugar es frecuentado por el ganado, en concreto ovejas. En este tipo de condiciones, en el húmedo clima del norte de Burgos, el terreno se tiende a encespedar, y la hierba se mantiene verde buena parte del verano. La hierba no se aprecia seca a pesar de que la fotografía fue tomada en a mediados de agosto. Sería una buena línea de apoyo en caso de incendio (Pereda, Burgos).

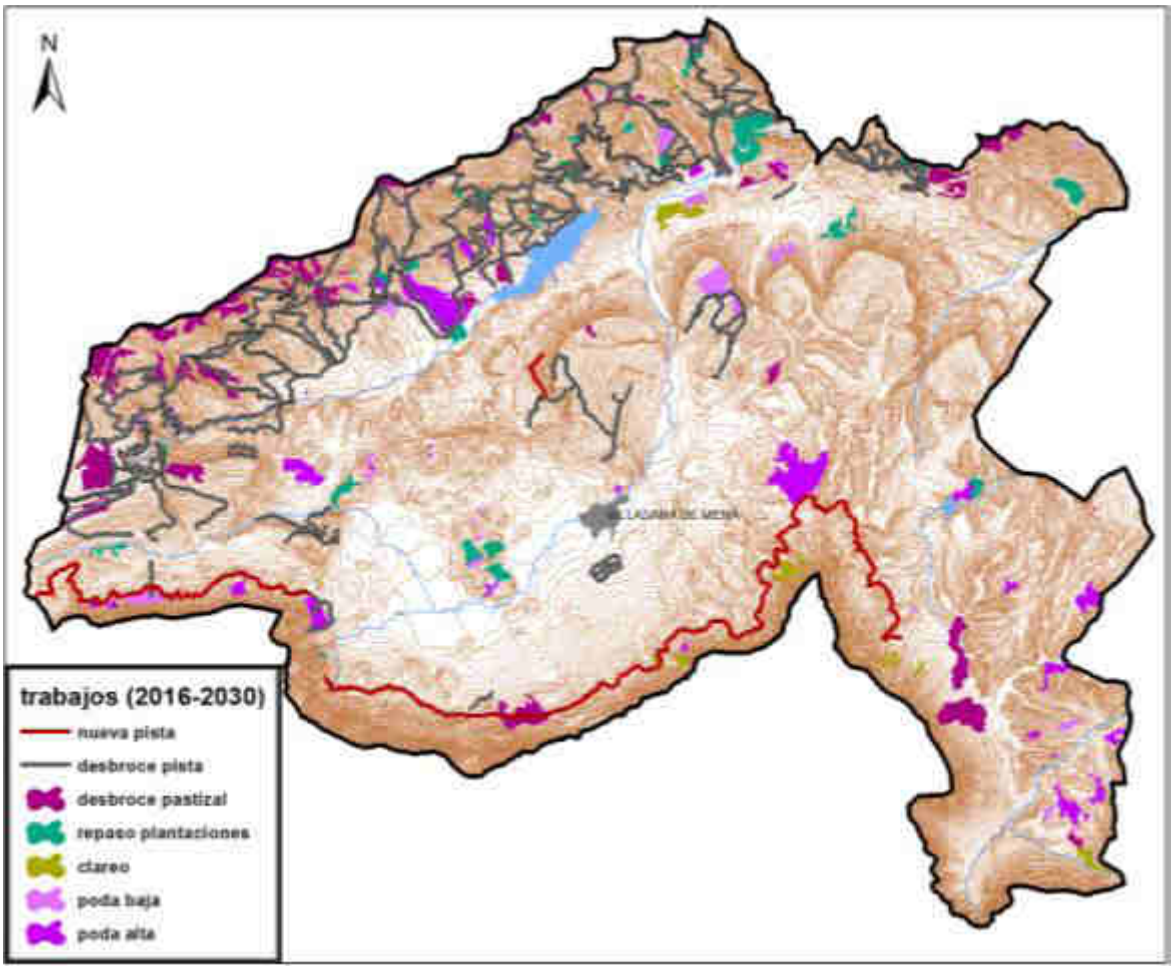


Figura 4.2.8. Plano de trabajos no autofinanciados previstos.

4.2.1.5. **Directrices para la ejecución de trabajos y aprovechamientos**

La idea es efectuar los aprovechamientos en la forma que se deriva de lo expuesto en el capítulo 3. No obstante, aquí se recogerán algunas directrices para que sirvan de compendio:

- Las pistas se efectuarán sin cunetas, salvo lugares puntuales donde sean imprescindibles.
- Se deberá poner especial cuidado con el diseño de la evacuación de las aguas en todo tipo de trabajos forestales (pistas, cortafuegos, cortas en las que haya rodadas en las calles de desembosque, etc.).
- Las cortas deben ser ligeras, pero sin comprometer su rentabilidad.
- Las claras, con carácter general, selectivas y por lo alto.
- Los pies a cortar deben ser señalados previamente. Solo se podrá prescindir del marcaje previo en montes intransitables, o poblados por árboles pequeños y sin posible calidad futura. En la primera clara de repoblaciones de coníferas es posible un señalamiento de los pies de porvenir y no de los de corta.
- Los pies de porvenir de *Quercus* se deben liberar de competencia con especial prudencia, mayor cuanto menor sea su copa.
- La regeneración debe surgir siempre que exista espacio vegetativo aprovechable, salvo en áreas de intenso aprovechamiento ganadero. Si eso no ocurre, se deben implementar medidas para conseguirlo: principalmente, reducir ungulados silvestres o introducir fuente de semilla.
- Las cortas se deben graduar, entre otros factores, analizando la situación de
- Esta táctica oportunista se justifica por la incertidumbre de los mercados.
- El pastoreo debería ser rotacional, con manejo del ganado mediante cierres provisionales y permanentes.
- Las zonas quemadas quedan excluidas de aprovechamiento ganadero hasta que se complete la regeneración de la cubierta vegetal.

- La caza del ciervo debe centrarse en el objetivo de reducir la población de hembras.
- Los desbroces se efectuarán preferentemente de forma mecanizada. Las podas, manual.
- En los desbroces de pistas o senderos no se deben cortar más árboles que los que dificulten el tránsito.
- No efectuar clareos generalizados. La instalación y desarrollo de árboles se dirige mediante tratamientos selvícolas puntuales, que se ejecutan en función de las especies efectivamente regeneradas y no de las que se pudiera prever anticipadamente.
- No efectuar cortafuegos decapados. En el húmedo clima de Mena siempre son preferibles áreas cortafuego desbrozadas.

4.2.2. Una sucinta valoración de ingresos y gastos previstos

Se va a realizar una cuantificación somera del valor de los aprovechamientos y del coste de los trabajos previstos en el plan forestal. Es evidente que la valoración económica es una parte esencial en cualquier planificación, pero existen varios motivos para no realizar demasiados esfuerzos en este sentido, dentro del marco de este trabajo. El primero y fundamental es que no es objetivo de esta tesis doctoral efectuar una cuantificación precisa de los ingresos y gastos previstos, más allá de la garantía de que los costes económicos no van a impedir ejecutar lo planeado.

Teniendo en cuenta que buena parte de los trabajos más gravosos, como la apertura y mantenimiento de pistas, se prevé que se van a financiar a través de los aprovechamientos, van a estar incluidos como parte de los mismos o de las condiciones que se imponen a los usuarios, la viabilidad económica está asegurada. Solo en caso de caída brusca del precio de la madera y de la leña, sería problemático completar la mejora del firme previsto para la pista general de los montes de la Peña.

En realidad, se han incluido más trabajos no autofinanciados que los imprescindibles, para organizar labor para la cuadrilla de incendios que la Junta de Castilla y León contrata todos los años para atender esas emergencias: la prevención de incendios no debe entender de fronteras entre propietarios, ni si un monte como unidad económica dispone o no de fondos o de recursos en forma de madera u otros, y por consiguiente es lógico que se aborde desde una perspectiva comarcal y que se destinen fondos públicos para ese fin. Lo contrario llevaría a absurdos como desbrozar solo una parte de los caminos, aquella en la que se dispone de financiación, gracias a que el monte del que forman parte o el dueño de la propiedad dispongan de recursos.

En el pasado, unos de los principales gastos para la administración forestal, y para algunos particulares, eran los derivados de las repoblaciones. Esto era muy lógico hace medio siglo, con los montes españoles tremendamente deforestados por la presión a la que habían estado sometidos. Y todavía sigue siendo necesario acometer repoblaciones de considerable extensión en lugares en los que la progresión forestal sería sumamente lenta sin esa acción. Por ejemplo, en los dilatados brezales que todavía pueblan laderas de las Merindades, al oeste de la zona de estudio. Pero en Mena la situación desde el fin del sistema agrario tradicional ha cambiado radicalmente, según ha quedado acreditado en el capítulo 2. En la nueva situación, no tiene sentido acometer ninguna repoblación de zona desarbolada, por varios motivos:

- En primer lugar, ecológicos: es importante mantener las zonas desarboladas en Mena. El bosque cubre ya más de la mitad (exactamente, el 54,5%) del término municipal menés. Por motivos de diversidad no conviene que continúe el rápido progreso del bosque de las últimas décadas.
- Se debe asignar a cada terreno el uso más adaptado a sus características. Hoy en día, los usos en Mena están bastante bien distribuidos en el terreno: prados en el fondo más llano, donde también se concentran infraestructuras; el bosque cubre casi todas las laderas, con algunos pastizales intercalados y una superficie reducida de matorrales.
- Parte del encanto del paisaje menés reside en la mezcla de bosques, prados y pastizales. Como se ha expuesto, los primeros predominan, pero prados y pastizales cubren todavía un tercio del terreno, y es importante que se mantenga esta mezcla. De particular importancia es la permanencia de los prados de fondo de valle, alrededor de los pueblos: es el entorno más frecuentado y desde el que debe existir una amplia perspectiva, que en Mena es muy agradable por lo amplia pero a la vez de montaña.

Tras las escasas cortas a hecho, la repoblación, en caso de ser necesaria, se debe sufragar con el dinero obtenido por la madera, en el caso de los montes catalogados, y por el propietario en todos los demás. Las plantaciones pueden ser necesarias cuando se cortan rodales de pino, pero en general los de eucalipto no las precisan para perpetuarse, al menos durante tres generaciones.

Otros motivos para no dedicar mucho tiempo a efectuar una costosa previsión de ingresos y gastos tienen que ver con la volatilidad de los mercados: no tiene sentido ese esfuerzo cuando el precio de los productos forestales varía enormemente. Prueba de esto son las grandes oscilaciones en el precio de la madera de coníferas en los últimos años, y la aparición del valor de la leña en pie, recurso por el que antes no se ofrecía dinero alguno; también el descenso brusco, aproximadamente a la mitad, de las adjudicaciones cinegéticas. Además, la previsión de cortas se ha efectuado solo en base a los condicionantes y necesidades selvícolas, pero no a las de mercado, que se ignoran en gran medida. Y existen aspectos logísticos que, como se ha expuesto en el apartado anterior, pueden impedir que se alcance un aumento de las cortas como el que

precisan los bosques meneses. En este contexto, parece suficiente con una previsión grosera de los productos a aprovechar y de su valor teniendo en cuenta su precio medio en los últimos años.

Con el tipo de selvicultura propuesto, de claras repetidas en el tiempo sin un fin previsto, es conveniente fijar un nivel de capitalización deseable a largo plazo. Debe tratarse de un rango de valores, como flexibilidad por diferencias en la calidad de estación y ante posibles coyunturas: de mercado, de acción de eventos renovadores, etc.:

- Robledales, hayedos y en general frondosas de alta talla: 200-350 m^3/ha
- Rebollares: 200-250 m^3/ha
- Quejigares, encinares y en general frondosas de baja talla: 150-250 m^3/ha
- Pinares de *Pinus radiata* y de *P. nigra*: 250-350 m^3/ha
- Pinares de pino silvestre: 250-350 m^3/ha
- Rodales de *Pseudotsuga menziesii*: difícil de fijar con precisión, habida cuenta de la juventud de las plantaciones existentes y del elevado potencial de crecimiento en Mena. Como cifra orientativa se puede decir 400 m^3/ha.

Como se ve, a pesar de la elevada capitalización actual de los bosques meneses para el contexto ibérico, en general están todavía por debajo de los valores de referencia. Estos sí se alcanzan, y superan, en muchos bosques centroeuropeos. El medio geoclimático menés es, como media, más productivo que el de Europa Occidental, y no hay sequía fisiológica en los bosques de Mena que se asientan sobre suelos profundos, por lo que no hay motivos para pensar que aquí los bosques deban estar menos capitalizados que en latitudes más norteñas; simplemente es que en el norte de España todavía no han tenido tiempo de recuperarse del sistema agrario tradicional. De acuerdo con los datos mostrados en el capítulo 2, todavía es necesario que se produzca una mayor capitalización en muchos de los bosques meneses, pero en algunos las existencias de madera son ya adecuadas como nivel deseable a mantener a lo largo del tiempo, y en unos pocos incluso son excesivas (figura)

Es necesario dejar claro que los valores mencionados no guardan una relación directa con la necesidad de hacer claras en el momento actual, ya que serían los correspondientes a un bosque irregular en el que ya se hubiese llegado al nivel óptimo de capitalización y en el que las cortas fuesen semejantes al crecimiento. Ningún rodal en Mena se encuentra en esa situación, por lo que se ha preferido aplicar un valor de corta por hectárea en función de las especies dominantes.

En general, en las claras que se efectúan en los últimos años en Mena se aplican las siguientes reglas:

- 15% del volumen existente si se trata de robledales y rebollares
- 20% con carácter general
- 25-30% en rodales jóvenes de coníferas en los que sea preciso abrir calles

Como por el momento los resultados de la selvicultura aplicada en los últimos años se estiman como satisfactorios, tanto por los gestores como por los propietarios de los terrenos, se adoptan estos valores como referencia para futuras cortas. Por supuesto, son muy variables según las precisas condiciones de los rodales y con los objetivos perseguidos con las cortas: los porcentajes arriba relacionados son sobre todo una indicación de que las claras deben ser especialmente suaves en robledales y rebollares, y poco más. Sirven de orientación en las operaciones de señalamiento.

Un porcentaje de corta del 15-20% en volumen se puede mantener de forma indefinida. Para lograr una dosificación adecuada de las claras en general es mejor opción manejar el periodo de rotación de las mismas: si se quiere acelerar el desarrollo de la masa o bajar el volumen en pie, se debe reducir el tiempo transcurrido entre claras; y viceversa.

Con la dosificación de cortas prevista, con carácter general se continúan capitalizando los bosques. Lógicamente, a un ritmo inferior. La idea es ir convergiendo paulatinamente hacia un monte con existencias en un rango que se ha definido como óptimo, según se ha expuesto previamente. Con la repetición de vuelos lidar, que se supone que proporcionará una medida precisa del crecimiento, de la que ahora se carece, la forma en que se va produciendo el acercamiento hacia el volumen óptimo se irá convirtiendo en un proceso más controlado numéricamente y menos necesitado del ojo forestal experto; esta es la forma actual de evaluación, y aunque por sus resultados parece adecuada, exige una importante formación y está demasiado sujeta a vaivenes.

En un primer periodo de 15 años dentro del esquema selvícola propuesto, resulta adecuado el criterio expuesto de aplicar un porcentaje del volumen en pie para estimar las cifras de corta. No obstante, en un futuro próximo, lo lógico parece ligar el volumen explotado con el crecimiento de las masas. Una opción es fijar unos rangos, adecuados a cada especie en cada calidad de estación, entre los que se desea mantener el volumen en pie. Hasta llegar al correspondiente nivel, se debe cortar solo una parte del crecimiento; una vez que se alcanza, crecimiento y corta deben tender a igualarse, como ya ocurre en muchos bosques centroeuropeos. Para estimar crecimientos a un precio razonable, la forma previsible de lograrlo es mediante comparación de información lidar recogida en diferentes años.

El valor de los productos forestales se ha tomado de los precios actuales y se ha supuesto constante para una misma calidad. Se supone que en el tercer quinquenio el diámetro de la madera cortada, y su calidad, serán ligeramente mejores, pero no se ha cuantificado este hecho; que en todo caso es poco relevante: la producción de calidad tardará décadas en ser importante (Tabla 4.6).

Tabla 4.6. Valor previsto para las cortas del periodo 2016-2030.

periodo	superficie (ha)	volumen (m^3)	ingresos
1 quinquenio periodo 1	787,1	32.272,7	430.565,58 €
1 quinquenio periodo 2	1.648,0	50.618,1	646.263,19 €
2 quinquenio	2.341,5	132.082,9	1.508.149,41 €
3 quinquenio	2.906,6	162.088,0	2.327.889,81 €
3 quinq. cortas a hecho	129,4	38.805,0	1.358.175,00 €
TOTAL	**7.812,6**	**415.866,7**	**6.271.042,99 €**

El resto de los aprovechamientos, los no maderables, vienen representando en los montes meneses en torno a los 800.000 euros anuales; en esta cifra no se incluyen los ingresos generados por los prados de siega. Sumados a los de la madera, se alcanzaría una cifra que superaría ligeramente los 7 millones de euros. Los ingresos totales previstos, divididos entre las hectáreas forestales, excluyendo los prados, arroja unos ingresos de 22,37 euros/ha.año. Se trata de una cifra muy modesta, del orden de la décima parte de los valores de los buenos bosques europeos, pero hay que tener en cuenta dos factores esenciales a la hora de interpretarla:

- En los momentos iniciales de implantación de una selvicultura con objetivos de calidad ambiciosos, la práctica totalidad de la madera que se corta es mediocre. Con frecuencia pies de considerable diámetro pero muy baja calidad tecnológica.
- Además de los ingresos computados, queda en el monte un considerable capital en infraestructuras, que se ejecutan con cargo al valor de la madera. Lógicamente, el adjudicatario de las cortas paga menos al propietario si tiene que hacer pistas, badenes, escolleras o echar zahorra, por poner los ejemplos más típicos. Pero se aumenta el valor de las cortas subsiguientes.

Tabla 4.7. Medición y coste de los trabajos previstos.

ud.	Trabajo	Precio unitario (€)	Mediciones	Total (€)
km	Mantenimiento de cerramiento ganadero	800,00	112,7	90.160,00
km	Desbroce mixto de pista. Manual y mecanizado	900,00	251,6	226.413,00
ha	Poda baja (2 m) en conífera. Todos los pies	900,00	212,2	190.980,00
ha	Poda alta (5,5m) en conífera. 100 pies de porvenir/ha	200,00	395,3	79.060,00
ha	Poda alta (5,5m) en frondosa. 50 pies de porvenir/ha	150,00	53,4	8.010,00
ha	Clareo puntual	75,00	29,2	2.190,00
ha	Desbroce mecanizado	200,00	640,3	128.060,00
ha	Anillamiento puntual frondosas	60,00	58,7	3.522,00
ha	Clareo, poda y apilado en masa de frondosa	2.000,00	12,8	25.600,00
km	Retirada de cierre	1.300,00	18,4	23.920,00
km	Cerramiento ganadero	5.500,00	23,7	130.350,00
km	Mantenimiento de cerramiento ganadero	811,44	159,4	129.343,54
km	Mejora de cerramiento ganadero	1.622,87	35,4	57.449,60
km	Reparación de cerramiento ganadero	3.000,00	29,0	87.000,00
km	Cerramiento cinegético	10.500,00	8,5	89.250,00
ha	Reposición de marras	500,00	301,6	150.800,00
ha	Recolocación tubos repoblación	60,00	141,7	8.502,00
km	Construcción de pista forestal	3.500,00	32,5	113.750,00
TOTAL				**1.544.360,13**

Como se puede comprobar, los gastos previstos son netamente inferiores a los ingresos. Suponen un 21,8% de los ingresos totales previstos, y una cuarta parte de los de las cortas de madera. No obstante, no tiene mucho sentido contraponer ingresos previstos por aprovechamientos y costes generados por los trabajos, ya que unos no se repercuten en otros, sobre todo porque la Junta de Castilla y León, aunque cada vez con presupuestos más reducidos, sufraga la mayor parte. En la actualidad sobre todo por los trabajos de la cuadrilla de prevención de incendios, aunque también con inversiones directas en los montes catalogados y a través de subvenciones en el resto de los montes. El resto se sufraga con los fondos de otras administraciones, con las mejoras de los montes catalogados y con recursos del propietario del terreno.

4.2.3. Coste de elaboración del plan

Dentro del planteamiento general de esta tesis doctoral, que pretende ser a la vez un trabajo innovador y directamente aplicable para la gestión forestal, la evaluación de los costes de la planificación es un aspecto decisivo: solo si el coste de elaboración del plan es sustancialmente menor que la forma habitual de trabajo, para conseguir los mismos o superiores objetivos, se podrá considerar que esta tesis ha cumplido plenamente sus fines.

En primer lugar, hay que reconocer una limitación en la estimación de los costes. En el conjunto del plan se ha aprovechado mucha información que ya existía y que ha resultado imprescindible para su elaboración. En general se trata de cartografía que es útil para diversos fines y que no sería justo computar como gasto para uno de ellos en concreto, pero tampoco ignorar completamente ese coste. Por otra parte, dentro de los trabajos más directamente relacionados con el plan, tampoco es fácil discriminar lo que correspondería imputar exactamente a su elaboración y aquellos otros aspectos que son compartidos con otros de los objetivos que hemos perseguido los que hemos tomado parte: dado que la planificación forestal forma parte de los cometidos habituales del redactor de la tesis, y de que en la gestión ordinaria se sustancian muchos aspectos útiles para planificar, no es fácil distinguir dónde termina un trabajo y empieza otro, sobre todo en cuestiones tan íntimamente ligadas como conocimiento ecológico, gestión forestal y organización de esa gestión (los planes). A este respecto, difícilmente el redactor de la tesis puede contabilizar con precisión las horas que ha empleado en la concreción del plan. Además, en la tesis se incluyen muchos aspectos que no son imprescindibles en la planificación, sino más bien fundamentos, explicaciones o justificaciones de las decisiones tomadas.

En los trabajos de campo, y más en un lugar con difíciles accesos como es el Valle de Mena, tienen gran importancia los desplazamientos. Siempre que se puede, se aprovecha la visita a un lugar concreto para avanzar en la consecución de todos los objetivos posibles, lo que complica la asignación de tiempo y coste de desplazamiento a un trabajo en particular.

Existe otro factor que sin duda distorsiona las cuentas en este plan: el elevado grado de conocimiento del medio forestal menés y de su dinámica que ha demostrado poseer Juan Antúnez Vázquez, agente medioambiental y Jefe de la Comarca de Espinosa de los Monteros. Su desinteresada colaboración ha facilitado enormemente los procesos de elaboración de cartografía y su posterior corrección, la interpretación de los procesos observados y, finalmente, la toma de decisiones.

Teniendo en cuenta las limitaciones expuestas, en la Tabla 4.8 se exponen cifras sobre el tiempo empleado en cada una de las fases.

Tabla 4.8. Tiempo empleado en los diferentes trabajos incluidos en la planificación realizada

Tipo de trabajo	Horas técnico	Horas agente
Trabajos cartográficos previos	40	0
Delimitación de las teselas	350	0
Recogida de información	60	30
Asignación de datos a las teselas	60	0
Comprobación posterior y reajustes	200	8
Concreción de la planificación	80	4

Como se aprecia en la Tabla 4.8, el proceso de elaboración de teselas es el más costoso. Una vez que se dispone de teselas con la información detallada que se ha expuesto en el apartado 2.4.4, el resto de las operaciones es mucho más sencillo. Entre otras ventajas, este hecho supone que se pueda adaptar la planificación a nuevas circunstancias imprevistas sin necesidad de incurrir en grandes costes.

Suponiendo un coste horario, que incluya gastos de desplazamiento y material, de 33 euros/hora para un técnico y de 29 euros/hora para un agente medioambiental, el gasto total para la elaboración del plan ha sido de algo menos de 30.000 euros, lo que supone 1,18 euros por hectárea forestal incluida en el plan. Estos costes horarios no son los efectivos del trabajo realizado, sino en los que teóricamente incurriría la Administración si lo contratase a una empresa consultora especializada en estudios forestales.

Los costes expuestos son extraordinariamente bajos en comparación con planes semejantes. Además de los factores mencionados, en particular el conocimiento previo del medio, respecto a los planes efectivamente aprobados en Castilla y León, a este le ha faltado un proceso que puede resultar costoso: la información pública y el consenso con los propietarios de los terrenos. En el trabajo que nos ocupa, esa fase se pospone para el momento de implementar la planificación prevista: las decisiones ejecutivas se tomarán monte a monte, propietario a propietario, que es la forma habitual.

Por otra parte, el resultado práctico de este estudio no es solo, ni siquiera fundamentalmente, la elaboración del plan. La principal utilidad es la información recogida para las 2.213 unidades de vegetación delimitadas en Mena. Esta enorme cantidad de datos, fácilmente accesibles a través de un sistema de información geográfica, son sumamente útiles para la gestión ordinaria. Los mismos datos, expuestos en tablas, o incluso en mapas, son mucho menos operativos y finalmente se terminan por no utilizar; al menos cuando el gestor forestal tiene multitud de cometidos que atender, que es lo habitual.

Pensando en un posible abaratamiento, lo lógico sería incidir en el proceso más costoso: el de delimitación de teselas y de completar la información en ellas requerida. En esta tesis se ha efectuado mediante un laborioso trabajo de técnico en gabinete, en el que fue necesario integrar a la vez diferentes fuentes de información: conocimiento previo del terreno, ortofotografías del año 2009, imágenes anteriores y más recientes, en visible y en falso color, datos lidar procesados, etc. Este trabajo exige una alta concentración y está, lógicamente, sujeto a errores. En principio, buena parte de la información sería susceptible de automatizar, pues está basada en parámetros objetivos. La lógica borrosa aspira a conseguir que los ordenadores realicen operaciones que resultan sencillas a los seres humanos pero muy difíciles para las máquinas, con la esperanza de

ejecutarlas de forma masiva, integrando un enorme volumen de información y sin errores de procesado, superando en calidad y cantidad el trabajo de los hombres. Un trabajo como el aquí realizado sería en principio susceptible de esta alternativa cibernética. Pero el conocimiento de campo, hoy por hoy, ha resultado esencial. Además, procesos como la identificación de especies a partir de imágenes aéreas requieren de sistemas expertos que no están plenamente desarrollados. Sí sería fácil discriminar de forma automatizada coníferas de frondosas utilizando los fotogramas en falso color. Pero en otros muchos casos, la diferenciación se basa en un conjunto de atributos (texturas, formas, coloraciones, ubicación espacial) que no son independientes de la época del año, de la hora del día, del tamaño de la vegetación y de otros factores que, en conjunto, hacen muy difícil la automatización. Sin duda, la mayoría de estos cometidos podrían ser objeto de un desarrollo informático que ahorrase el ingente trabajo que supone procesar todo en la mente de un técnico. Seguramente se perderían algunos recursos de los técnicos basados en la intuición derivada del conocimiento en el terreno y difíciles de estandarizar, pero se ganaría en homogeneidad; y, además, existe la posibilidad de integrar más información de la que una persona puede procesar.

En todo caso, se interpreta que el modelo ha conseguido en principio los objetivos establecidos: se ha elaborado un plan barato, basado en el conocimiento ecológico y que sirve directamente para la gestión. Solo los resultados cuando se aplique durante 15 años darán la auténtica medida de su éxito o fracaso.

4.3. EL SEGUIMIENTO DEL PLAN

Es fundamental analizar las repercusiones de la planificación forestal y evaluar su adecuación. Es decir, llevar a término una aplicación concreta del concepto de gestión adaptativa, como base para hacer efectivo un proceso de mejora continua; De forma congruente con lo expuesto, es fundamental que el seguimiento sea sencillo de implementar y barato en términos de dinero, de tiempo empleado y, en general, de recursos. Para ello, se debe aprovechar la gran cantidad de trabajos que ya se efectúan con regularidad, y solo añadir nuevos sistemas de seguimiento cuando sean imprescindibles y cuando su implementación no exija grandes esfuerzos. A continuación se detallan los trabajos de seguimiento que se estiman necesarios para un correcto funcionamiento del sistema propuesto:

- En la actualidad ya se realizan, por parte de los agentes medioambientales, inventarios anuales de la fauna que la Dirección General de Medio Natural de la Junta de Castilla y León juzga como más significativa o sobre la que existe un compromiso de seguimiento: zorro, corzo, liebre y visón (europeo y americano). También se analizan las poblaciones de lobo, con una periodicidad mayor. Respecto a la cuestión más crítica con respecto a la gestión forestal, que es la densidad de ciervo, existe un indicador muy sencillo y que se estima como suficiente en las actuales circunstancias: se llegaría a una densidad adecuada de ciervos cuando la instalación espontánea de robles se produjese siempre que existiese espacio vegetativo y fuente de semilla suficientes, aunque hubiese importantes daños en los brinzales; es decir, cuando se garantizara la continuidad de los robledales sin afrontar costosos cerramientos cinegéticos.
- Los incendios han sido en el pasado la principal causa de desviación entre objetivos de la política forestal y logros alcanzados por esta. En los últimos años parece haberse dado con la clave de un uso más racional del fuego por parte de los lugareños, y es de esperar que, como ha ocurrido en otras zonas del norte de España, esta tendencia se consolide: a medida que los locales se dan cuenta de los perjuicios de los incendios y de que existen otras formas más eficaces de lograr sus objetivos en cuanto a “limpieza” del monte (los desbroces y la sombra del arbolado denso), se va olvidando la nociva práctica de prender fuego de forma descontrolada. A ello colaboran sin duda los beneficios que han recibido las entidades locales, sobre todo las juntas administrativas de pequeños pueblos, por las cortas de madera: han mostrado que el monte tiene para ellos un valor económico que procede no solo de la ganadería, hasta el punto de que para muchos pueblos los aprovechamientos madereros ya se ha convertido en la primera fuente de recursos para sus entidades administrativas.

  Dado que, en todo tipo de terrenos forestales, se hace un parte de cada conato o incendio forestal producido, se contabilizan los gastos ocasionados y se cartografían con precisión (levantamiento GPS) las superficies quemadas, es sencillo evaluar si la política de prevención (y extinción) está o no funcionando. En este, como en otros casos, es importante analizar las tendencias con una perspectiva de medio plazo (quinquenios y décadas), puesto que un repunte del terreno quemado por uno o dos años secos no es necesariamente relevante.
- Los trabajos de corta y desembosque de la madera exigen una continua mejora, que exige un seguimiento para comprobar si el progreso efectivamente se da, y si tiene lugar a un ritmo adecuado. En el pasado, con sistemas selvícolas relativamente simplistas, que incluían una corta a hecho o al menos escasa convivencia de distintas generaciones de arbolado, estos trabajos podían ser menos cuidadosos. Pero para preservar la mayor proporción de regeneración posible, y evitar daños en los mejores árboles, que a lo largo de su ciclo vital deben sobrevivir a un gran número de claras, es imprescindible una mejora muy importante en la corta y, sobre todo, en el desembosque de la madera apeada. En la actualidad, y desde hace muchos años, de cada aprovechamiento se realiza un reconocimiento final, del que al menos en los montes catalogados se levanta un acta. En caso de que antes de ese momento se aprecien daños de entidad, se apercibe al rematante o directamente se le denuncia por parte de los agentes medioambientales, en función de la naturaleza y cuantía de esos daños. Sería relativamente sencillo establecer un protocolo para que este seguimiento, que ya se realiza con no poco esfuerzo, fuera fácilmente comparable en el tiempo para cumplir el objetivo de mejora continua en cuanto a disminución de los daños.
- Sobre el volumen de madera cortada y extraída se efectúa un exhaustivo seguimiento en los montes catalogados, con muy escaso margen de error: los agentes medioambientales

miden siempre la madera, bien antes de la corta en los escasos aprovechamientos a riesgo y ventura, bien en cargadero en los de liquidación final. En los montes no catalogados, aunque existe un cierto control por parte de la administración forestal, este es mucho menor; pero con la referencia de los montes catalogados y la información lidar es fácil estimar cifras representativas, y aunque el margen de error es mayor, se estima como adecuado para los objetivos previstos. Tal y como se ha mostrado en este trabajo, la expansión de los bosques y de las existencias de madera ha sido sumamente rápida en las últimas seis décadas, y en la actualidad la tasa de extracción es tan baja, incluso con el incremento previsto y deseable, que no debe preocupar la excesiva corta, sino solo su falta. En el futuro, si se logra implantar una selvicultura más desarrollada, se espera que con la repetición de vuelos lidar, o con tecnologías más avanzadas que haya en el momento, sea fácil estimar las existencias y el crecimiento de los bosques, y por tanto graduar la tasa de extracción según convenga. Es importante que esto se realice al menos a dos niveles: tanto a nivel rodal como para todo el Valle de Mena. Con el modelo selvícola aquí preconizado, la mayoría de los rodales, una vez iniciadas las cortas, deben seguir una trayectoria de incremento de existencias progresivamente más moderado, hasta llegar a una situación en la que las extracciones son semejantes al crecimiento, de forma que se consiga una cierta estabilidad a nivel rodal. Algo semejante se puede decir para el conjunto del valle, con la diferencia de que en este caso la tendencia a la estabilidad debería ser mayor: a escala de rodal pueden acaecer eventos imprevistos, sobre todo derribos, que deberían aparecer amortiguados a nivel valle.

- Respecto a los aprovechamientos ganaderos, la situación es semejante a la expuesta para las cortas: en la actualidad se efectúa un seguimiento mucho más preciso en los montes catalogados que en el resto; donde también existe un cierto control, aunque en este caso no proviene de la administración forestal, sino de las subvenciones a la ganadería, que presentan deficiencias en el seguimiento del ganado en el terreno. En todo caso, como sucede con el ciervo, y en relación a la gestión forestal y a la conservación de los ecosistemas, parece suficiente, y más adecuado, controlar la evolución de los pastizales que la carga de ganado en cada momento y lugar, algo que sería mucho más difícil y menos directamente representativo del cumplimiento de los objetivos de gestión en los montes.
- Es importante analizar si en el conjunto de los aprovechamientos las tendencias son las que se desea o, si hay desviaciones, el motivo de las mismas. El indicador que mejor sirve para integrar la evolución conjunta de aprovechamientos de distinta naturaleza es el dinero, es decir, su valor económico. Para evaluar las tendencias es importante considerar la serie temporal del total de los diferentes aprovechamientos, valorado cada uno de ellos según su precio de mercado. Es necesario ponderar las tendencias encontradas en función de las coyunturas de mercado, con frecuencia en exceso volátiles en el corto plazo pero que se hacen más fiables a medio y largo plazo. Así, por ejemplo, los recurrentes derribos masivos que afectan a Las Landas, forzosamente tienen un reflejo en el precio de la madera menesa, sin que ello pueda relacionarse con un descenso de su calidad ni con otras causas endógenas.
- Sobre la mayor parte de los trabajos forestales, consistentes en tratamientos selvícolas y desbroces, existe un elevado control hoy en día: en los montes catalogados se realizan directamente por la Administración; y, en el resto de los montes, en buena parte mediante subvenciones, y en otra se trata de trabajos sometidos a autorización. De forma que no es difícil llevar un registro de todos ellos. Como en otros casos, para que sea efectivo, el registro debe ser espacialmente explícito y estandarizado.
- Para asegurar la perpetuidad de los distintos ecosistemas forestales la clave está en el análisis de los procesos de renovación, que engloban los de regeneración e instalación de la vegetación. Si se realizan cortas frecuentes, suaves y por lo alto, en el productivo medio geoclimático menés deberían ser la norma la regeneración espontánea y la instalación de gran densidad de pies de todas las especies arbóreas que accedan con sus propágulos. En caso de que estos procesos se encuentren interrumpidos, o de que alguna de las especies del rodal no se logre instalar, la causa más habitual es la excesiva presión de fitófagos. El seguimiento de la renovación se puede realizar de forma visual. Tal y como sucede con los daños por ciervo, algo por otra parte estrechamente relacionado con la instalación de árboles, es suficiente con análisis visuales por el personal encargado de la gestión, en sus visitas ordinarias, para evaluar si estos procesos de renovación se

desarrollan adecuadamente, o si por el contrario es necesario implementar medidas para mejorarlos. Habitualmente, en este como en otros temas, la mayor dificultad no deriva de la falta de conocimiento del problema por parte de los gestores, sino de la falta de voluntad, decisión o capacidad para solucionarlo; sobre todo cuando el factor crítico es casi siempre o el exceso de ganado o de especies cinegéticas, pues en ambos casos es difícil que la presión social para regenerar el monte, que es algo con efectos a largo plazo, se imponga a intereses de ganaderos o cazadores, mucho más inmediatos.

La base del seguimiento, como la de la planificación, debe radicar en un sistema de información geográfica, que sirva para realizar una comparación inmediata (cada vez que se desee) y espacialmente explícita entre lo planeado y lo ejecutado. Dado que ya existe información de prácticamente todos los aspectos relevantes, solo resta integrarla. En esta línea, la administración forestal de Castilla y León tiene el objetivo de elaborar un programa informático accesible a través de internet a todos los ciudadanos, aunque con distintas capacidades en función del tipo de usuario, que gestione todos los aprovechamientos forestales, desde la petición del propietario hasta el acta de reconocimiento final. Dado que la base del seguimiento de la planificación forestal es el de la ejecución de los aprovechamientos, con esto se lograría la parte fundamental de lo que se ha definido en el apartado 3.3.10.2 como ordenación forestal con revisión continua. Integrar el resto de información, como incendios o desbroces, sería muy fácil, tal y como se ha explicado. Y la comparación entre lo previsto y las desviaciones, casi inmediata.

DISCUSIÓN

Sobre la metodología

Hoy día existe abundante información territorial que es susceptible de emplear en el análisis de los ecosistemas, aunque frecuentemente está infrautilizada. En este trabajo no se ha renunciado, a priori, a ninguna de las fuentes de datos disponibles; aunque, lógicamente, unas se han empleado más que otras. Sobre todo se han usado imágenes aéreas tomadas en distintas fechas, en general en visible aunque también en infrarrojo y lidar. De forma secundaria, cartografía temática preexistente y en general estudios de diverso tipo sobre el área en cuestión (el Valle de Mena).

Indudablemente, usar muchas fuentes de información en un mismo territorio conlleva la repetición masiva de datos. Pero en esa redundancia reside parte de la adecuación del método utilizado: cada fuente aporta algo que no hacen las demás, aunque solo sea porque la observación se ha efectuado en un momento diferente, y esto es algo esencial para apreciar los cambios ecológicos. Si además, los orígenes de la información son dispares, obliga al estudioso a interpretar una misma realidad desde distintas perspectivas, lo que enriquece el análisis: los datos históricos, los comentarios personales de conocedores del terreno y de su pasado, las imágenes aéreas, las observaciones directas en el campo, todos ellos contribuyen a formar las explicaciones dinámicas. Pero es necesario integrar toda esta información en un sistema coherente, que es lo que ha pretendido desarrollar este trabajo. Son muy exigentes, pero estimulantes, las tareas de discriminar lo esencial en cada observación, de aprovechar lo que cada fuente de información mejor proporciona, de detectar las lagunas que inevitablemente se producen en cada caso y de suplirlas a través de las conclusiones extraídas desde otras perspectivas.

El modelo dinámico establecido, que está ligado a la metodología empleada en el análisis estructural de la vegetación, ha resultado muy robusto. Se han logrado integrar, en un sistema coherente, fuentes de información de muy variado tipo:

- Por su naturaleza: cartografía digital con campos de datos asociados, fotografías, conocimiento basado en la experiencia, etc.
- Por la forma de captura: observaciones directas de los ecosistemas, fotografías tomadas en el terreno, imágenes de vuelos aéreos, proyectos de ordenación forestal, conversaciones con profesionales o con lugareños, etc.
- Por el tipo de tecnología empleada: imágenes en visible, en infrarrojo, lidar.
- Por su grado de subjetividad: desde comentarios personales a información de sensores que se representa en modo raster.
- Por el momento de origen: desde ordenanzas medievales hasta la actualidad; a este respecto es de destacar el intenso uso que se ha efectuado de las fotografías del Vuelo Americano.
- Por su escala espacial: desde observaciones de detalle en el campo a imágenes aéreas.
- Por la disciplina científica de procedencia: climatología, topografía, geología, edafología, paleoecología, historia, etnografía, etc.

El empleo de forma simultánea de varias fuentes de información, integradas por un profesional experto en sistemas forestales, ha resultado un proceso eficiente en el estudio de la vegetación, aunque no exento de problemas. Cuando se conoce con cierta profundidad la ecología de un lugar, se usan a la vez imágenes de varios años, tomadas en diferentes épocas y con distintas tecnologías, y eso se fusiona en la mente con el conocimiento previo sobre los patrones generales de distribución de la vegetación y los factores ecológicos causales, el complejo análisis del ecosistema forestal se vuelve inteligible. Prueba de la robustez alcanzada en el análisis ha sido, por ejemplo, el hecho de que se han detectado errores en el mapa de alturas de vegetación generado a partir de un vuelo con tecnología lidar; algo que se asumía, con carácter previo, que no podía ocurrir, puesto que se confiaba en su precisión. Otra prueba en este sentido es el hecho de que, con carácter general, lo establecido en gabinete se confirmaba en las visitas de campo; y también en análisis de detalle realizados con mayor precisión, en un área reducida y para un fin concreto. Incluso en un medio tan heterogéneo como el menés, muchos patrones han terminado por emerger, y se fue ganando en previsibilidad acerca de lo que se iba a encontrar en cada rincón del valle. Aunque, dicho esto, siempre ha quedado un margen para la sorpresa, a veces grande, porque el Valle de Mena es sumamente rico en las más variadas situaciones estructurales y dinámicas.

Varios factores han contribuido a la cohesión del modelo dinámico en su conjunto. Uno de ellos es la redundancia: al emplear muchas y variadas fuentes de información, forzosamente relacionadas

(al menos por referirse al mismo ámbito espacial), multitud de datos se repiten, pero otros aportan matices o, a veces, elementos decisivos. Adecuadamente procesada, la información redundante se elimina, pero el proceso ha servido para confirmar, parcialmente, la corrección de los análisis. Esta forma de trabajo se ha seguido, reiteradamente, para validar la cartografía de unidades de vegetación, tanto en 1957 como en la actualidad: dentro del modelo dinámico, que tiene su base en las ideas del caos determinista, es imposible conocer con precisión la ruta que va a seguir un ecosistema, pero se conocen muchas imposibles, y otras improbables. A medida que se ha ido trabajando, se han ido variando las posibilidades que se otorgaban a los distintos acontecimientos o rutas. Así, por ejemplo, parecía poco probable que, con frondosas autóctonas y mediante procesos espontáneos, en menos de seis décadas se pudiese pasar de terrenos rasos a fustales medios o gruesos; y sin embargo, eso ha sucedido en más de 200 hectáreas (tabla D.1).

Tabla D.1. Avances en la clase de tamaño iguales o superiores al paso de terreno raso a fustal medio. La gran mayoría de los saltos de terreno raso a fustal grueso se deben a repoblaciones de *Pinus radiata*, pero cuando el paso es a fustal medio hay mucha más variedad.

Tipo de masa 2015	sup. (ha)	%
pinar radiata	481,61	48,48%
pinar silvestre	210,43	21,18%
hayedo	72,83	7,33%
bosque mixto frondosas	30,50	3,07%
hayedo-quejigar	24,26	2,44%
bosque conífera-frondosa	24,21	2,44%
rebollar	17,65	1,78%
pinar radiata-hayedo	17,38	1,75%
otras frondosas	16,69	1,68%
quejigar	14,41	1,45%
hayedo-robledal	13,90	1,40%
pinar silvestre-quejigar	12,77	1,29%
pinar radiata-quejigar	11,10	1,12%
bosque frondosa-conífera	9,80	0,99%
robledal	8,17	0,82%
otros matorrales	6,43	0,65%
rebollar-hayedo	4,90	0,49%
hayedo-rebollar	4,49	0,45%
pastizal	3,93	0,40%
quejigar-rebollar	3,36	0,34%
pinar radiata-pinar silvestre	1,97	0,20%
robledal-hayedo	1,57	0,16%
brezal-tojal	1,08	0,11%
TOTAL	**993,44**	**100,00%**

Para perfeccionar cualquier modelo dinámico es necesario analizar los resultados que produce con un enfoque crítico. Cuando en el análisis diacrónico efectuado se ha detectado un cambio que se salía de lo que, a priori, se interpretaba como más probable, se ha estudiado esta particularidad para detectar su origen. En la mayoría de los casos, la investigación de detalle se saldaba con una nueva sorpresa sobre la enorme heterogeneidad de los montes meneses, pero no afectaba ni a las ideas previas ni a la información de base. Otras veces, menos, el resultado era que se detectaba un error en los datos de las teselas, que se corregía. En algunos casos, llevó a no dar por bueno ni un dato a priori tan fiable como la altura de la vegetación obtenida a partir de información lidar; lo que afectó a la metodología de trabajo, haciéndola todavía más redundante para detectar cualquier desviación. Y, finalmente, existía la posibilidad de que alguna discrepancia hubiese llevado a reformular el modelo dinámico en su totalidad, o en alguna parte esencial. Esto no ha ocurrido, lo que al menos no invalida los planteamientos teóricos; que se entiende que son universales y están basados en factores que presentan, al menos en apariencia, una clara relación causal:

- La decisiva influencia de los eventos renovadores. Tanto de los más impactantes como de aquellos de efecto poco llamativo pero decisivo a medio y largo plazo

- La importancia de los atributos vitales de las especies que intervienen. En las plantas, en particular, la talla y la tolerancia.
- La ausencia de hipotéticas referencias finales: el resultado es consecuencia de la precisa serie de acontecimientos que tiene lugar; hasta el orden de ellos importa.

En cada caso se debe considerar la situación de partida y los factores actuantes, olvidándose de cualquier idea preconcebida y generalista: los resultados serán contingentes a precisas condiciones como la distribución de la fuente de semilla, o la acción de eventos renovadores parciales y el exacto momento en que tienen lugar. Las líneas dinámicas generales, por ejemplo basadas en aspectos florísticos, tienen su utilidad a otros niveles de trabajo, de menos detalle; pero no para explicar lo ocurrido a escala de rodal, ni mucho menos para predecir su dinámica futura, que sería lo realmente útil para la gestión forestal.

Se ha diseñado un sistema para estimar volúmenes de madera en ecosistemas que ya no existen y que por tanto no se pueden medir; salvo, en parte, con costosísimos análisis dendrológicos. El sistema se basa en establecer una correspondencia entre los valores dasométricos de los estratos establecidos para la vegetación actual y los antiguos estratos; ambos se han delimitado siguiendo los mismos criterios (composición específica, clases de tamaño y fracción de cabida cubierta de cada especie en cada estrato). No se han trasladado directamente los valores modernos a los pasados, sino que se han adaptado en función de la cubierta arbórea: se ha asignado un volumen para cada tipo de masa, por especie y clase de tamaño, para una cubierta completa; los valores para 1957 se han obtenido multiplicando ese valor por la fracción de cabida correspondiente. Por supuesto, el sistema es susceptible de mejora; en particular, estudiando el cambio de las relaciones biométricas motivado por unas diferentes condiciones de crecimiento en cuanto a densidad, características edáficas, microclimáticas, y muchas otras que variaron desde el sistema agrario tradicional hasta nuestros días. No obstante, se estima que el modelo debe arrojar datos sobradamente precisos para los objetivos de precisión buscados, que solo pretendían dar un orden de magnitud de los cambios volumétricos.

Dado que los factores que se integran en el modelo no fueron específicamente diseñados para Mena, sino que responden a un planteamiento mucho más general (Sevilla, 2008), cabe pensar que se podría aplicar en muchos tipos de ecosistemas. A este respecto, la variedad existente en Mena es enorme, desde montes de aspecto mediterráneo a otros típicos atlánticos; en todos ellos el modelo ha mostrado su valía para interpretar y predecir dinámicas. Un argumento añadido a favor de la validez universal del modelo es que conceptualmente está muy relacionado con algunos construidos para explicar la dinámica de los ecosistemas más complejos del globo: los bosques tropicales húmedos (ver Oldeman, 1990).

No obstante, aunque la esencia del modelo puede servir para todo el planeta, los matices solo se afinan a través de las peculiaridades locales. En este sentido, es imposible para un ser humano tener un conocimiento global de los atributos vitales de las especies que intervienen en cada ecosistema, de la interacción entre ellas, de su respuesta frente a la heterogeneidad ambiental y de las precisas dinámicas que acaecen. Nadie puede saber, en todo lugar, cómo crecen las principales especies de plantas y su tolerancia, el comportamiento y preferencias de los ungulados, identificar los hongos e insectos más relevantes y su efecto, la herbácea que es capaz de bloquear la instalación de los árboles, la idiosincrasia de los pueblos próximos y un poco de su historia, etc.; y sin embargo, ese conocimiento local es imprescindible para predecir los rasgos esenciales del funcionamiento de cualquier ecosistema. Con las modernas tecnologías, y sobre todo con la gran facilidad para acumular, organizar e intercambiar información, quizá en un futuro no demasiado lejano existan modelos cibernéticos que permitan efectuar una predicción ecológica fiable; pero, por el momento, el conocimiento local se ha mostrado imprescindible para definir con precisión las dinámicas.

En relación con lo expuesto anteriormente, el verdadero elemento cohesionador del modelo dinámico es la importancia que en él se atribuye a dos procesos contrapuestos: crecimiento y renovación son el principal nexo causal y explicativo de los cambios observados; y también de la relativa constancia. En un medio climático tan productivo para la vegetación como es el menés, el mantenimiento de sus características estructurales es altamente improbable; incluso cuando se analizan de forma cualitativa, como se ha hecho en este estudio con las clases de tamaño. Las plantas, en su propia esencia, son pura dinámica: para vivir tienen que crecer. Como consecuencia, dado que la quietud no existe, la repetición de características estructurales solo puede llegar porque la acción de los eventos renovadores compense el crecimiento de la vegetación. Algo casi imposible si se trata de bosques sujetos a una dinámica espontánea, pues exigiría que uno o varios eventos equilibrasen el desarrollo vegetal con la renovación: mucha

casualidad con diferentes situaciones de partida, en un medio diverso, y con inciertos y heterogéneos agentes renovadores actuando. Solo es concebible la relativa constancia por una acción deliberada del hombre, o en ecosistemas tan explotados naturalmente que la sucesión no pueda progresar en ellos.

Cada evolución observada, o cada relativa constancia, en cada una de las más de 9.000 pequeñas porciones de territorio analizadas, debe tener una justificación en términos de crecimiento y renovación. Quizá no detallada, pero al menos plausible.

Los cambios en su inmensa mayoría han sido progresiones sucesionales, y encuentran fácil acomodo en el modelo dinámico conociendo la velocidad de crecimiento de cada especie en cada calidad de estación; además de estos dos factores es necesario incluir, cuando intervienen, eventos renovadores parciales que han podido retrasar el desarrollo. Las regresiones y las semejanzas sucesionales casi siempre se han podido explicar en base a la acción de eventos renovadores: siega y pastoreo en prados; pastoreo, desbroce y quema en pastizales; fuego y desbroce en matorrales; cortas en bosques, aunque también puntualmente roturaciones, quemas, plagas y derribos. El análisis efectuado ha permitido, por ejemplo, detectar la acción del fuego en lugares en que no se tenía constancia de esta; los patrones espaciales de renovación y diversos indicios en el terreno sirven para distinguir el agente causante (ver apartado 1.3.5 y Sevilla, 2008).

Es importante remarcar el hecho de que tanto la regresión como la semejanza impliquen la decisiva acción de un agente renovador. Desde muchos estudios científicos y desde el mundo de la conservación de los ecosistemas parece que con demasiada frecuencia tiende a olvidarse la paradoja dinámica multiescalar: el mantenimiento en el tiempo de las características esenciales de los ecosistemas es inequívoco síntoma de un proceso de renovación, que tiene lugar a un nivel de más detalle que el la relativa constancia.

Y una reflexión más: en cualquier modelo ecológico, y especialmente si este es muy sofisticado, es importante no perder nunca la conexión con la realidad en el terreno. En este sentido, es paradigmático lo sucedido con la información lidar que en algunas zonas era completamente ajena a la realidad: por muy afinado que se crea un modelo, exige un continuo contraste y rectificación; es una aplicación de la gestión adaptativa a la modelización.

Sobre los resultados

Los montes meneses actuales son radicalmente diferentes a los que existían hace seis décadas. El cambio en este periodo ha sido tan profundo que se podría denominar revolucionario. La transformación ha sido causada por un cambio socioeconómico que ha llevado al fin del sistema agrario tradicional. La industrialización de España, la emigración del campo a las ciudades y la terciarización de la economía han sido, de forma secuencial pero solapada, los procesos socioeconómicos que han llevado a la situación actual, tan distinta de la que existía hace poco más de medio siglo.

La comparación de las fotografías aéreas de 1957 con las actuales evidencia el gran dinamismo de los ecosistemas del Valle de Mena a esta escala temporal. Las imágenes de la Serie A del Vuelo Americano, de 1946, ayudan a caracterizar con más precisión los ecosistemas de 1957; aunque en lo sustancial no difieren de la situación que muestran las tomadas 9 años más tarde, sirven para constatar ya cierta evolución, que permite establecer mejor algunas dinámicas. En todo caso, la transformación ecológica del valle ha sido radical entre 1957 y 2015. Estos son algunos de los cambios más llamativos al comparar imágenes de esos años:

- Rápida extensión de los bosques. En el conjunto del Valle de Mena se ha pasado de 7.637 hectáreas de bosque en 1957 a 14.342 en 2015. Es decir, en 58 años casi se ha doblado la superficie de bosque; entendiendo como tal la forestal poblada por árboles en más de un 20% en cabida (figura D1 y tabla D.2).
- Relacionado con el punto anterior, fuerte disminución de los madroñales, matorrales y pastizales, que en buena parte se han transformado en bosques.
- Irrupción de los bosques de coníferas, que eran muy escasos en 1957 y mucho más abundantes en la actualidad. Ese cambio no solo ha ocurrido por repoblación, sino también por colonización espontánea de rasos por parte del pino silvestre, sobre todo en el extremo oriental de Mena.
- Los bosques se han diversificado. Ahora existen más tipos de masas mixtas; sobre todo por las mezclas con coníferas, pero también de frondosas entre sí. Con el tiempo, y en ausencia de eventos intensos o muy frecuentes, se tienden a producir las más variadas combinaciones de especies. La mejor prueba en este sentido es la gran diversidad de

especies que se regeneran en los montes de la Peña, en los que la presión de fitófagos es baja y los incendios han estado ausentes durante décadas. La simplificación específica, tan común en los bosques españoles, no es natural: es el producto de una presión milenaria sobre los montes, que ha eliminado las especies menos resistentes y resilientes. Por eso las encinas y los rebollos dominan en exclusiva en muchos bosques, y por eso las masas actuales son más diversas que las de 1957.

- Densificación del arbolado (tabla D.3). En 1957, los bosques densos suponían poco más de un tercio de la superficie de bosque (exactamente el 37%); en el año 2015, con casi el doble de bosques, la representación de los densos ha aumentado hasta dos tercios del total de bosque. Aunque es algo que no se percibe directamente de las fotografías aéreas, es fácil colegir de ellas: en 1957 sería difícil percibir la sensación de nemoralidad en bosque alguno, salvo unos pocos rodales.
- Aumento de tamaño de la vegetación, tanto en talla como en diámetro. A modo de ejemplo, en 1957 los fustales representaban solo el 5,9% del territorio menés, y en la actualidad han aumentado hasta el 28,6% (tabla D.4).
- Práctica desaparición de los cultivos agrícolas
- Proliferación de diversas infraestructuras: sobre todo procesos urbanizadores de diverso tipo, pero también carreteras, líneas eléctricas y otras.

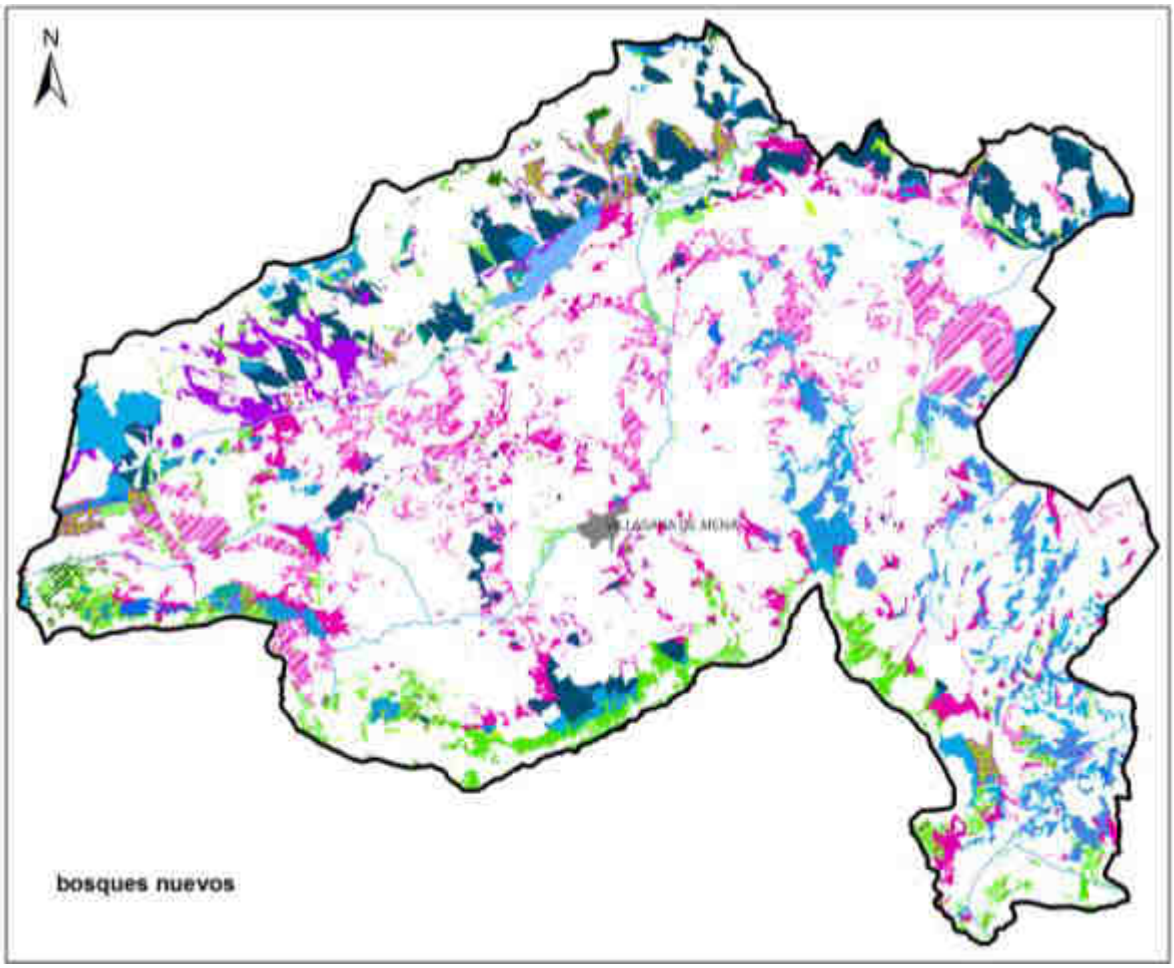


Figura D.1. Superficies que no estaban cubiertas de bosque en 1957 y sí en 2015, clasificadas según agrupaciones de tipos de masa. El mapa de la evolución contraria apenas incluiría teselas. Más abajo figura la leyenda.

Tabla D.2. Variación de la superficie de las distintas formaciones.

formaciones	1957		2015		
	superficie (ha)	% sup.	superficie (ha)	% sup.	variación superficial
infraestructuras	409,8	1,56%	825,3	3,14%	**101%**
prado/cultivo	6.175,6	23,48%	4.396,4	16,72%	**-29%**
pastizal y zonas erosionadas	8.406,3	31,97%	4.428,7	16,84%	**-47%**
matorral	2.330,1	8,86%	1.984,5	7,55%	**-15%**
madroñal	1.339,7	5,09%	319,8	1,22%	**-76%**
bosque	7.636,0	29,04%	14.342,8	54,54%	**88%**
TOTAL	**26.297,4**	100,00%	**26.297,4**	100,00%	**0%**

Tabla D.3. Transformación del conjunto del territorio menés entre 1957 y 2015, desde una perspectiva forestal. Se considera bosque abierto el que supera el 20% de fracción de cabida cubierta arbórea (FCC); bosque claro más de 40 hasta 70% de FCC; y bosque denso si FCC supera el 70%. En resto forestal se incluyen todos los usos del territorio que no sean ni bosque ni infraestructuras; es decir, cultivos, prados, pastizales, matorrales y madroñales, siempre que su FCC no supere el 20%.

tipo formación	1957				2015			
	superficie (ha)	% superficie	volumen total (m3)	volumen medio (m3/ha)	superficie (ha)	% superficie	volumen total (m3)	volumen medio (m3/ha)
infraestructuras	409,8	1,6%	0,0	0,0	825,3	3,1%	0,0	0,0
bosque abierto	2.048,6	7,8%	40849,3	19,9	1.222,5	4,6%	42.465,6	34,7
bosque claro	2.748,1	10,5%	121106,4	44,1	3.514,9	13,4%	236.343,2	67,2
bosque denso	2.840,7	10,8%	294443,4	103,7	9.605,3	36,5%	1.371.112,5	142,7
resto forestal	18.250,3	69,4%	25685,2	1,4	11.129,4	42,3%	20.787,7	1,9
total	**26.297,4**	100,0%	**482.084,3**	**18,3**	**26.297,4**	100,0%	**1.670.709,1**	63,5

Tabla D.4. Variación de la clase de tamaño del arbolado en los montes meneses. La clase 1 se establece para las teselas en las que no se ha consignado clase alguna debido a que la fracción de cabida cubierta del arbolado no llegaba al mínimo para. El resto se corresponden con lo que habitualmente se denominan clases naturales de edad: repoblado, monte bravo, latizal y fustal. Estas dos últimas categorías se han subdividido en delgados, medios y gruesos. La categoría repoblado no se ha identificado para 1957 porque, debido a su escaso tamaño, no se ha logrado reconocer en las fotografías aéreas.

clase de tamaño	1957		2015		variación
	superficie (ha)	% superficie	superficie (ha)	% superficie	
1	16.606,9	63,2%	10.299,3	39,2%	-38%
2RE	0,0	0,0%	301,5	1,1%	
3MB	1.320,7	5,0%	362,1	1,4%	-73%
4LD	2.115,3	8,0%	981,6	3,7%	-54%
5LM	2.768,0	10,5%	3.378,6	12,8%	22%
6LG	1.924,4	7,3%	3.465,6	13,2%	80%
7FD	1367,76	5,2%	4.289,57	16,3%	214%
8FM	180,38	0,7%	2.284,85	8,7%	1.167%
9FG	14,03	0,1%	934,24	3,6%	6.559%
TOTAL	**26.297,4**	**100,0%**	**26.297,4**	**100,0%**	

Tras milenios de intensa explotación, las seis últimas décadas se han caracterizado por una rápida extensión del arbolado y por una densificación que en conjunto han provocado una capitalización en existencias de madera como probablemente no se haya conocido en los dos últimos milenios. El cambio ecológico ha sido de una magnitud sorprendente. Aplicando las mismas fórmulas para calcular las existencias de madera, el resultado es que desde 1957 hasta 2015, estas se han multiplicado por 3,5. Si se corrige el efecto de que el crecimiento en densidad aumenta la altura para un mismo diámetro, ese valor es superior a 4; es decir, en menos de seis décadas, el volumen de madera en Mena se ha más que cuadriplicado.

Una consecuencia que se puede extraer de la comparación de las ortofotografías del Vuelo Americano y de las actuales, así como del mapa de los eventos renovadores de los que se tiene constancia, es que la vegetación, en estas condiciones climáticas, tiene una enorme capacidad de recuperación una vez que desciende la presión sobre el monte. A este respecto es sumamente ilustrativo lo ocurrido en los montes de la Peña, donde las imágenes de hace poco más de medio siglo contrastan en tal modo con las actuales que no parecerían del mismo lugar si no fuese porque persisten referencias que no ha tapado el bosque.

En este sentido, culpar de la deforestación actual de los montes cantábricos a las cortas de la Marina o de las ferrerías, es una visión que no tiene en cuenta su gran dinamismo: en menos de un siglo y sin intervención de eventos drásticos se puede pasar, como se ha comprobado en el Valle de Mena, de empinadas laderas sin apenas suelo y con severos problemas erosivos, a frondosos bosques. Por supuesto, si la pendiente es menor o el suelo más profundo, el proceso es mucho más rápido. De hecho, lo que cuesta realmente es el establecimiento inicial de la vegetación, el proceso de colonización partiendo del sustrato mineral hasta que se acumula una delgada capa de suelo y la vegetación adquiere cierta talla y densidad: una vez que esto se logra, la sucesión se acelera enormemente. En climas menos favorables que los cantábricos el proceso se alarga, muy en particular en estas fases iniciales; hasta el punto de que, en climas muy áridos o muy fríos la sucesión primaria partiendo de la roca es un proceso tan lento que resulta imperceptible a escala humana.

En consecuencia, eventos ocurridos hace más de un siglo, como las cortas de maderas o de ferrerías, salvo que fuesen asociados a procesos erosivos severos, tienen poco que ver con la deforestación actual: lo realmente determinante para la ausencia del bosque es la continuidad de eventos drásticos como incendios, o muy repetidos y de cierta intensidad, como el pastoreo a que estaban sometidos los montes durante el sistema agrario tradicional.

De lo expuesto en los párrafos precedentes resulta obvia una conclusión: si las condiciones son las adecuadas, no es necesario repoblar para conseguir un bosque. Una vez más, los montes de la Peña proporcionan ilustrativos ejemplos del sinsentido de repoblar en ciertas circunstancias (ver figura 3.3.15). Cuando existe fuente de semilla de las especies deseadas y se dan unas condiciones mínimas respecto al medio geoclimático, el bosque llega espontáneamente. Y, como se ha comprobado, a unas velocidades inverosímiles, por sumamente rápidas; probablemente a los forestales que realizaron los trabajos de repoblación de la figura 3.3.15 les sorprendería el rápido progreso forestal y lo contraproducente de su trabajo con el bulldozer. En general, cuando el arbolado no se impone sobre la vegetación de menor talla es porque actúan eventos renovadores; sobre todo grandes fitófagos, y no importa si son silvestres o domésticos. Por supuesto, si las condiciones de partida son especialmente difíciles, en particular porque se haya perdido el suelo por erosión, si el medio geoclimático es muy duro o la fuente de semilla escasa, los procesos son más lentos de los mostrados en este trabajo.

El clima y el suelo limitan, en cada lugar concreto, las opciones dinámicas. Pero el ecosistema que finalmente domina es función del preciso devenir histórico: acontecimientos esporádicos marcan durante largos periodos la estructura y composición de los montes donde han tenido lugar. Ejemplos en este sentido son los eventos intensos, como los grandes incendios; pero también los poco intensos pero muy repetidos, como los pequeños incendios de primavera; y otros eventos menos perceptibles pero igualmente determinantes, como la acción del ganado o de los fitófagos silvestres. Los árboles son organismos muy longevos, y las precisas condiciones que determinaron su instalación pueden provocar que domine una u otra especie durante siglos o incluso milenios. El Valle de Mena, con unas condiciones geoclimáticas que permiten una gran variedad vegetal, es un territorio que ilustra perfectamente esta idea del determinismo histórico. La vegetación actual muestra el efecto de procesos históricos como la deforestación, que era mucho más elevada en 1957 y probablemente lo fue más con anterioridad; la abundancia actual de pinares, espontáneos y repoblados, no es ajena a este pasado menos boscoso. Un simple mapa lidar de alturas de vegetación es a la vez un viaje en el tiempo, pues las zonas de baja talla son las

más recientemente colonizadas. Y hoy día continuamos asistiendo a magníficos ejemplos de cómo circunstancias del momento pueden determinar los montes del futuro durante siglos. Algo que resulta muy evidente cuando se plantan especies como *Quercus* spp., *Pinus nigra* o *Pseudotsuga menziesii*, con potencial de vivir medio o incluso un milenio. Pero que también ocurre de formas menos obvias, como por ejemplo por la acción de eventos que filtran las especies que formarán parte del futuro ecológico. Así, en los robledales de Ordunte, los rodales regenerados de forma espontánea en las dos últimas décadas estarán dominados por haya y albergarán muy pocos robles (y otras especies arbóreas) debido a la acción del ciervo; lo que, teniendo en cuenta la facilidad de regeneración del haya en muy diversas condiciones, así como su tendencia a excluir otras plantas, podría significar durante siglos su dominio apabullante, salvo una acción decidida que lo impida.

Otra enseñanza importante que emerge de este estudio es que no solo los ecosistemas han cambiado profundamente en unas décadas, sino que también lo han hecho sus dinámicas. De los procesos que han regido durante siglos, derivados de la intensa presión sobre el medio, se ha pasado a otros completamente distintos, con colonización de rasos por pino silvestre, repoblación con coníferas, rápida extensión espontánea de otros tipos de bosques, densificación de los mismos, acelerada acumulación de existencias, sustitución de dinámicas típicas de los bosques mediterráneos por otras de los atlánticos, etc. Es el cambio del cambio. En este estudio se ha demostrado que la mutación en las “reglas del juego” puede llegar no solo por cambios climáticos (Romme *et al.*, 2011), sino también por transformaciones socioeconómicas, que generan radicales modificaciones en la dinámica ecológica.

Un ejemplo de cambio de dinámica en la escala de las décadas lo constituye la ruptura del ciclo del fuego en climas húmedos. Los matorrales pirófitos, como los brezales y los tojales, son consecuencia de los incendios reiterados, pero también son causa: una vez instalados, generan una dinámica cíclica de la que es muy difícil salir, salvo un cambio brusco en el régimen de eventos renovadores. El hecho de que bajo un denso bosque de frondosas caducifolias, muy poco susceptible al fuego, aparezcan restos de una formación pirófita, indica que en él sí se ha logrado escapar del ciclo del fuego. Algo que, en el húmedo clima del extremo norte de Burgos, puede implicar un cambio dinámico de largo alcance, con sustitución secular de matorrales repetidamente quemados por bosques poco determinados por la acción del fuego. Este proceso, que ocurre en buena parte de las Merindades, en Mena tiene sus propias variantes; por ejemplo, producto de una ericácea, el madroño, que desaparece en las tierras que vierten al Ebro ubicadas al oeste de Mena, pero que en este valle es muy abundante.

El brusco descenso de la explotación del monte ha dirigido la transformación ecológica del Valle de Mena en el último medio siglo. Más recientemente se ha añadido un nuevo agente de cambio, de una naturaleza diferente a todo lo pasado: las poblaciones descontroladas de ciervo. Lo que debería ser un componente más de los ecosistemas, que por otra parte estuvo presente en estos montes desde tiempos prehistóricos, se ha convertido en un elemento decisivo en la dinámica forestal, al impedir completamente, en las zonas más querenciosas, la regeneración de las especies más consumidas o menos resistentes. Si la situación se mantiene a medio plazo, el efecto será devastador. Lógicamente, la causa de la proliferación del ciervo es la escasa relevancia ecológica de los grandes depredadores, y la extinción de competidores que existían en tiempos prehistóricos; y todo en un territorio en el que la explotación ganadera del monte ha descendido enormemente, de forma que hay disponible una gran cantidad y variedad de recursos alimenticios para un fitófago como el ciervo.

Analizada una perspectiva ecológica de largo alcance, no antropocentrista, quizá la rápida expansión del ciervo no es conceptualmente muy diferente de la ocurrida con el pino silvestre: en ambos casos se trata de especies que han sido capaces de aprovechar un momento histórico con unas condiciones especialmente favorables, pero que pueden no darse en siglos o milenios. Desde la perspectiva actual de un gestor forestal el ciervo constituye una clara amenaza; desde la de un ganadero menés que observara cómo los pastizales eran rápidamente invadidos por pino silvestre, la amenaza sería este árbol. Para la naturaleza, ambos procesos no son sino "lo que tiene que ocurrir". En ambos resulta evidente el comportamiento caótico determinista: se han dado por unas precisas condiciones iniciales, que si hubiesen sido ligeramente diferentes hubiesen cambiado profundamente. Si no hubiese existido fuente de semilla de pino silvestre en 1957, o no se hubiesen introducido unos pocos ciervos en 1980 en la vecina Carranza, la dinámica, y por tanto los ecosistemas, hubiese sido muy diferente; como lo fue en muchos montes cantábricos donde no había pinos cercanos cuando cesó la explotación tradicional, y como se constata ahora con la diferencia entre las áreas donde hay ciervo y donde no está presente (es elocuente

comparar las figuras 2.8.18 y 2.8.20). La progresión del pino fue muy rápida durante unos años, y posteriormente se frenó. Su tiempo de expansión ya ha pasado. Como siempre, los atributos vitales y los eventos renovadores lo explican:

- El pino silvestre es intolerante, por lo que no tiene opciones de desarrollarse bajo los densos doseles arbóreos que ahora predominan en Mena. Es más, estos pinares espontáneos del este de Mena se están ahora viendo invadidos por regeneración anticipada de frondosas más tolerantes, muy variadas: hayas, quejigos, arces, cerezos, etc.
- Los terrenos rasos, en los que los pinos hacen valer mejor sus atributos, se han visto muy reducidos en Mena, como se ha puesto de manifiesto en el capítulo 2. Y en ellos no se está dando la situación de abandono que ocurrió en 1957. Al quedar solo deforestados los mejores terrenos, que son además los más próximos a los pueblos, estos son intensamente aprovechados: los prados; mediante siega y pastoreo; y los pastizales, además del aprovechamiento ganadero, son objeto de mejoras como desbroces y abonados.

No se debe ver una mayor naturalidad en las frondosas que ahora proliferan bajo el pinar que en este: cada especie cumple su función ecológica, y no es más natural la regeneración anticipada espontánea bajo dosel que la colonización de terrenos rasos. En un funcionamiento menos humanizado, ambas opciones se darían: los eventos intensos, las bruscas variaciones en la fauna y los periodos alternativos de mayor o menor cubierta boscosa son consustanciales a la dinámica de los ecosistemas; también de los meneses. El grado de naturalidad es, evidentemente, fruto de un análisis antropocentrista, y muy poco ecológico. Por otra parte, ese sesgo no es lo más desafortunado: lo peor es el grado de apriorismo habitual cuando se tratan estas cuestiones, con clara predilección por unos tipos de organismos o de dinámicas.

Desde un punto de vista cualitativo, recuperar el papel del pino silvestre y del ciervo deben entenderse de forma positiva, en el sentido de que eran elementos esenciales de la dinámica ecológica que han vuelto a participar en ella. Otra cosa es que se hayan generado condiciones en exceso favorables que hagan temer por una proliferación excesiva. Los siglos dirán si el problema actual del ciervo, que angustia a los forestales actuales, es un momento histórico puntual, fruto de la precisas conjunción de factores en tiempo y espacio (abandono pastoreo en el monte, falta de depredadores y competidores), y que no se va a repetir; o si por el contrario, y a diferencia de lo que ocurrió con el pino silvestre, cuyo momento de gloria ya pasó, el ciervo ha llegado para influir radicalmente en la dinámica forestal durante un dilatado periodo.

Aunque es previsible el importante papel que juegan algunos elementos del ecosistema, no siempre es evidente. Así, los árboles son los organizadores de los bosques, por razones evidentes de talla: el dosel superior impone una serie de condiciones al resto de los organismos que vive bajo él. Pero otros seres vivos, que pueden ser muy inferiores en tamaño o en biomasa total, pueden ser determinantes. Esta idea ha sido perfectamente ilustrada, en los montes meneses, con el ciervo; y también, hasta cierto punto, con el hongo *Armillaria mellea*.

En esencia, el estudio muestra que la dinámica del ecosistema está regida por la precisa combinación de factores que actúan en cada momento y lugar, y que las generalizaciones sobre rutas sucesionales están tan llenas de excepciones que pierden su valor. Incluso hasta el punto de que se puede llegar a la conclusión de que no tienen ni siquiera un valor didáctico, ya que al obviar factores críticos se vuelven irreales. Es mucho mejor, desde un punto de vista conceptual, asumir que cada ecosistema sigue una ruta diferente en función de sus características geoclimáticas, de los seres vivos intervinientes y de su precisa historia.

No hay generalización posible en las rutas ecológicas, pero sí en los principios que rigen la dinámica forestal. Conceptos como las capacidades reproductivas y de dispersión, el espacio vegetativo o los atributos vitales de especies e individuos, y dentro de estos la talla y la tolerancia, son decisivos para comprender los cambios en los ecosistemas y por tanto para mejorar la capacidad de predicción; habría que añadir el efecto de los agentes renovadores y dentro de estos, al hombre como agente muy especializado. Y esto tiene validez en cualquier tipo de monte, y en todo momento y lugar.

Elementos para la reflexión en la gestión de los montes cantábricos

El análisis realizado sugiere la existencia de una alternativa viable económicamente, y deseable en términos ecológicos, para la gestión de los bosques cantábricos: se debe superar la absurda y contraproducente dicotomía entre bosques "productivos", tratados de forma agronómica, y "destinados a conservación", en los que no se aprovechan los recursos. El extraordinario marco geográfico cantábrico, con una productividad vegetal muy elevada y con una población que aspira a vivir en un entorno más agradable, es un lugar idóneo para un cambio de paradigmas; y el momento es el adecuado.

Las reflexiones que aquí se exponen se refieren a los montes cantábricos desde Galicia al norte de Navarra, incluyendo el norte de Castilla y León, el suroeste de La Rioja, Asturias, Cantabria y el País Vasco. No obstante, las conclusiones fundamentales, no directamente relacionadas con el medio cantábrico, se podrían extender a cualesquiera montes ibéricos:

- Las capacidades productivas de los bosques autóctonos son enormes, tanto en volumen, como en valor; pero están muy desaprovechadas. El potencial de aumento de precio con la calidad es elevadísimo en los robles (*Q. robur*, *Q. petraea*), y también en otros árboles como *Sorbus torminalis*, *Juglans regia*, *Castanea sativa* o *Prunus avium*. Aunque con otras especies como el haya esa diferencia entre producir madera mediocre o de calidad no es tan elevada, en general es mayor que con las especies habitualmente tomadas como productivas, esto es, *Pinus radiata*, *P. pinaster*, *Eucaliptus globulus* y *E. nitens*. Con los rebollos (*Q. pyrenaica*), tan extendidos en el noreste ibérico, existe también ese potencial, pero es especialmente difícil conseguir que se exprese: exige una selvicultura especialmente primorosa.
- Hace tan solo cuatro años las opciones de realizar selvicultura no financiada con fondos públicos en los montes de frondosas espontáneas eran muy escasas. Pero esa situación ha cambiado radicalmente con la crisis económica. Se debe tomar conciencia de que los combustibles fósiles no solo generan más contaminación, sino que son caros y tienden al agotamiento: aunque en los dos últimos años hemos asistido a una bajada de su precio, su carácter no renovable y un consumo mundial creciente imponen la tendencia a medio y largo plazo.
- La división entre montes protectores, asociados a poblados con especies autóctonas, y productores si son no nativas, además de tener una base ecológica muy endeble, ha generado unas perversas dinámicas que han ido en contra de la conservación, frontalmente. Las administraciones han logrado convencer a los propietarios del terreno de que es mucho mejor tener arbolado exótico, porque así evitan problemas para gestionar su patrimonio.
- Raramente propietarios, administraciones o investigadores han echado cuentas holísticas sobre los montes. Por ejemplo, no incluyen los riesgos asociados a cada tipo de alternativa, y los costes necesarios para cubrirlos: al menos incendios y problemas sanitarios. Las repoblaciones de pinos y eucaliptos conllevan un mayor riesgo de incendios. No tanto por tratarse de especies pirófitas, que es la causa que habitualmente se esgrime, pero que no es la más importante. Un problema es que se plantan en terrenos habitualmente renovados por fuego, y más predispuestos a él tanto por la presencia de vegetación combustible como por el hábito de quemar esas zonas. Pero lo relevante es que el tratamiento en turnos cortos impide progresar más allá de la fase de reposición, que a veces ni se alcanza. Se repiten secuencialmente las fases de ocupación, superación y expulsión; de forma que la presencia del matorral heliófilo se vuelve crónica. Cuando se trabaja con frondosas autóctonas, que arrojan más sombra, y son tratadas a turnos largos, la combustibilidad baja enormemente.
- Cuando los montes se tratan mediante sucesivas claras, se instala regeneración anticipada de una gran variedad de especies, salvo cuando existe una elevada presión de fitófagos (ganado o ciervo). Parece absurdo eliminar ese valor potencial. Entre otros motivos porque evita incurrir en costes de repoblación, que son siempre elevados. Por supuesto, el respeto a ese frágil regenerado exige una cuidadosa explotación, que es quizá la principal asignatura pendiente. Se asume fácilmente, por comodidad, que ese regenerado es inviable, pero sólo lo es con cortas intensas y poco cuidadosas: con claras suaves, los delgados pies se van robusteciendo y desarrollando progresivamente la copa. Una liberación brusca, en pies desequilibrados por la excesiva concurrencia, es casi seguro que acaba en desastre.
- Desde un punto de vista estrictamente económico, y también estrictamente ecológico (la diferencia a veces está mucho menos clara de lo que pudiera parecer), la heterogeneidad es un valor. Jugárselo todo a pocas especies o estructuras conlleva un elevado riesgo; y de que

no se ha interiorizado la incertidumbre, que es inherente a cualquier sistema ecológico y económico.

- Tener gran variedad de especies arbóreas, además de disminuir riesgos, permite un abanico de objetivos y de formas de alcanzarlos mucho más amplios. Esto es muy claro para los objetivos de conservación, pero la variedad de productos, y de opciones a seguir, también es una ventaja económica, aunque sin duda encierra ciertos inconvenientes. Además, muchos objetivos de producción se obtienen con mayor facilidad, y algunas operaciones, contra lo que pudiera parecer, se facilitan en las masas mixtas. Un ejemplo claro es la prevención de brotes epicórmicos en robles: algo que es decisivo en el precio de la madera, y que es muy difícil de alcanzar en masas puras, es sin embargo muy sencillo cuando existe un subpiso de árboles tolerantes (hayas, avellanos, arces, acebos, abetos, *Pseudotsuga*, etc.). También la decisión sobre los árboles a cortar se simplifica enormemente cuando hay gran variedad de especies, salvo que no se tengan claros los objetivos.
- En realidad, la prevención frente a las masas mixtas, o en general frente a la heterogeneidad, por la supuesta complicación de la gestión, tiene sentido cuando se da prioridad a números que resultan de aplicar modelos técnicos o científicos, o normas administrativas; pero esto no ocurre con una selvicultura más fundada en la realidad terreno, que es siempre diversa. Como aspecto concreto, cuando no se prevé señalar los pies a cortar, porque se piensa que es un gasto innecesario.
- Si en lugar de luchar contra las fuerzas que dirigen los ecosistemas, se asumen la heterogeneidad a todas las escalas y la incertidumbre como consustanciales, se admitirían con gran naturalidad las ventajas de los bosques mixtos y multigeneracionales. Para aprovechar estas fuerzas en la consecución de los objetivos que se establezcan, es imprescindible un conocimiento de la dinámica forestal.
- España tiene un nivel de vida relativamente elevado en el contexto internacional. Competir solo en volumen, y no en calidad, es una mala apuesta. Para los países menos desarrollados es muy difícil organizar formas de gestión que permitan obtener productos de la máxima calidad: por tiempo de espera sin producir, por conocimientos, por falta de mano de obra especializada y en general por dificultades de organización para un objetivo que exige una atención continuada que, para la madera de más calidad, implica dos siglos de mantenimiento de una línea de trabajo, algo muy difícil de conseguir en países con grandes inestabilidades estructurales.
- La última oleada de cortas en los bosques de frondosas espontáneas, ocurrida en los años 80 del siglo XX, así como buena parte de las precedentes, se basó en el dudoso criterio selvícola de cortar los mejores pies con vistas a su aprovechamiento comercial. Como resultado de esta no-selvicultura, en la actualidad nos encontramos básicamente árboles viejos mal conformados (los buenos se cortaron) y regenerado joven con mucho mejor potencial para producir madera de calidad.
- No debería temerse un potencial conflicto entre la conservación y la producción de madera de calidad: ésta necesita turnos largos y delicadeza en las intervenciones, formas de gestión que se asumen (quizá con demasiada facilidad) como las más adecuadas para la conservación. Lógicamente, hacen falta accesos, pero sobre estos podría decirse lo mismo que con las cortas: si se planifican y ejecutan correctamente los riesgos (de erosión en particular) se minimizan. Respecto a la frecuentación humana, la red viaria forestal se debe cerrar al tránsito de vehículos a motor excepto para las actuaciones de gestión.
- Es muy difícil el cambio de mentalidad si no hay modelos de referencia: como no existen bosques cantábricos espontáneos gestionados desde hace décadas con el objetivo de producir madera de calidad, es complicado convencer de que es un objetivo asequible y una forma de trabajar rentable. Es un largo camino que alguna vez debe emprenderse.
- La preferencia por los árboles autóctonos no se debe basar en razones ideológicas o apriorísticas, sino en el convencimiento a su elevado potencial para satisfacer las más variadas demandas. Desde un punto de vista ecológico no es mayor problema la presencia, por ejemplo, de unos ejemplares de *P. radiata* en un bosque de frondosas. En el mundo conceptual en el que se mezclan producción y conservación, también lo hacen especies autóctonas y exóticas, sin que eso deba producir rechazo alguno: es preferible aprovechar la regeneración anticipada de las frondosas espontáneas bajo las plantaciones de especies alóctonas, y que ambas convivan durante décadas, que cortar a hecho y plantar solo esas frondosas.

Basado en el conocimiento de la dinámica forestal menesa, y en todo lo expuesto hasta aquí, se ha elaborado un plan que organiza espacialmente las claras para los próximos 15 años. Existe un confesado y ambicioso objetivo de este plan: que la gestión forestal que emane de él sirva de referente de lo que se puede conseguir de la enorme potencialidad de los bosques cantábricos.

Dentro de la concepción de la gestión forestal expuesta en esta tesis doctoral, los aprovechamientos son la pieza clave en la consecución de todo tipo de objetivos en los montes; no solo económicos directos o de producción de materias primas que sirvan de base a un sector industrial, sino también ecológicos y paisajísticos. La planificación realizada ha resultado ser barata y con un diseño que permite una fácil adaptación y un sencillo seguimiento. Solo con el tiempo se podrá juzgar si además ha sido acertada.

CONCLUSIONES

- Se ha constatado una profunda transformación de los ecosistemas del Valle de Mena entre 1957 y 2015. Más allá de la descripción del fenómeno, se han establecido sus causas y los procesos implicados.
- Ha quedado acreditado, representado cartográficamente y cuantificado un principio que parece olvidarse en las políticas de conservación de la naturaleza: mantener las características esenciales de un ecosistema exige cambios a escala más detallada; y más intensos y frecuentes cuanto más productivo sea el medio. Y, a la inversa, la falta de renovación conlleva una profunda transformación ecológica; cuyos plazos son más cortos de lo que podría pensarse previamente, según se ha mostrado para Mena.
- Crecimiento y renovación, referenciados en espacio y tiempo, e integrados en un sistema lógico (un modelo dinámico), sirven para trazar la trayectoria de un ecosistema. Para interpretar el pasado y, con esa referencia, efectuar previsiones sobre el futuro.
- La tecnología lidar se ha mostrado muy útil en planificación y gestión forestal. Aunque también ha exhibido algunas de sus limitaciones; al menos cuando la densidad de puntos es baja.
- Los atributos estructurales de tamaño y cubierta de cada especie, han sido suficientes para la descripción de la vegetación. La clave está en lograr representar su precisa ubicación espacial, en tres dimensiones: no solo el dosel principal sino también los subpisos. Las medias de estratos en exceso heterogéneos tienen escaso significado ecológico.
- Además de registrar el profundo cambio ecológico en Mena, en algo menos de seis décadas, se ha comprobado que también las dinámicas lo hacen; y en cada momento y lugar de un modo diferente. Las precisas combinaciones de factores actuantes en cada caso determinan un comportamiento; por eso no tiene mucho sentido establecer rutas ecológicas sino más bien "principios organizadores".
- En la ruta que sigue un ecosistema son determinantes factores que en otras circunstancias son intrascendentes. Por ejemplo, la existencia de fuente de semilla de pino silvestre justo al final del sistema agrario tradicional, permitió una rápida colonización de muchos pastizales. Por muchos piñones que se diseminen en la actualidad, los pinos tienen hoy en día, entre prados segados y bosques densos, pocas oportunidades de establecerse. Si no hubiesen coincidido en tiempo y espacio el fin de la elevada presión sobre el monte y esa fuente de semilla, el resultado actual, y presumiblemente durante siglos, sería muy diferente en la parte oriental de Mena.
- A pesar de la enorme diversidad, a todas las escalas, del Valle de Mena, y de la infinidad de situaciones dinámicas, todas se ajustan a unas reglas relativamente sencillas, cuando estas se engarzan en un esquema teórico satisfactorio. Los atributos vitales de las especies, el medio geoclimático, los eventos renovadores acaecidos y la situación de partida constituyen la base para explicar tanto la heterogeneidad espacial como la temporal.
- Las dinámicas analizadas en miles de unidades de vegetación han encontrado un encaje dentro del modelo dinámico. Cuando el tratamiento sistemático ha encontrado discrepancias, se han logrado solventar mediante un estudio de detalle.
- El modelo desarrollado, que incluye la representación de la realidad ecológica en un momento dado, y la interpretación de las dinámicas pasadas, actuales y futuras, ha resultado muy operativo, tanto para la descripción de los ecosistemas como para su planificación: el modelo ha proporcionado información muy fácil de procesar en la toma de decisiones que conllevan los planes, y para representar y valorar las acciones diseñadas.
- Es técnicamente posible, y viable económicamente, aplicar una selvicultura muy diferente a la que ha predominado en los bosques cantábricos, basada en una división entre los productivos y los "destinados a conservación". Esta concepción es limitada en sus planteamientos y limitante para la selvicultura en sus efectos.

RESUMEN

Esta tesis doctoral ha descrito, diseccionado e interpretado los ecosistemas del Valle de Mena. Se ha hecho desde una perspectiva fundamentalmente dinámica, con el objetivo de comprenderlos mejor; y así fundar una sólida base científica y técnica, para lograr una relación más respetuosa y fructífera del hombre con su entorno.

Se ha estructurado en cuatro capítulos:

- En el primero el estudio se ha enmarcado en un esquema teórico. La idea básica es que los montes son ecosistemas complejos, esquivos a sencillas predicciones, pero que existen formas de acotar la incertidumbre que es inherente a ellos.
- En el segundo se han analizado las principales dinámicas observadas en los ecosistemas meneses, tomando como momentos de referencia 1957 y la actualidad; se han interpretado conforme al marco desarrollado en el capítulo 1. Respecto a los resultados concretos habría que resaltar que los cambios acaecidos en los 58 años que median entre 1957 y 2015 han resultado ser de gran magnitud: la transformación ecológica asociada al final del sistema agrario tradicional ha sido muy profunda. Se ha descrito de una forma sistematizada para todo el Valle de Mena, uniendo análisis cualitativos y cuantitativos. La cartografía producida por esta forma de trabajo ha sido muy expresiva de la dinámica experimentada.
- En el tercero se expone una nueva filosofía en las actuaciones forestales, basada en el conocimiento de la dinámica forestal, de dejar trabajar a la naturaleza y en el principio de intervenir con frecuencia, precisión y suavidad.
- En el cuarto se ha elaborado un sucinto plan forestal, basado en lo expuesto en los capítulos anteriores.

Un poco a modo de compendio, la esencia del modelo dinámico y del enfoque del estudio se puede resumir así:

- Los ecosistemas son muy complejos y se interpretan como sistemas caóticos deterministas:
  - No son estocásticos: dependen de las condiciones de partida y de precisas reglas de funcionamiento; ambas cuestiones se conocen parcialmente.
  - No son completamente predecibles: la incertidumbre, fruto de la inmensa complejidad de interacciones, es inherente.
  - La incertidumbre genera oportunidades, sobre todo para los que entienden las reglas generales de funcionamiento.
- La heterogeneidad se presenta a todas las escalas. Por ello es mejor no aplicar recetas generales: en cada lugar y momento concreto hay que buscar la respuesta que mejor se adapta a las circunstancias.
- Los sistemas de información geográfica han resultado magníficas herramientas en el análisis dinámico, en la planificación y en su seguimiento. Permiten representaciones de la heterogeneidad a todas las escalas, si bien en las de mucho detalle son de momento insustituibles los análisis sobre el terreno.
- En la gestión es esencial conocer al menos los rudimentos del funcionamiento ecológico, que deben estar en la base de la diversidad de soluciones adoptadas.
- La identificación del papel de los atributos vitales de las principales especies de un ecosistema es un primer paso hacia la comprensión de su dinámica. En la vegetación son decisivos, entre otros atributos, la talla y la tolerancia.
- El concepto de espacio vegetativo es muy útil:
  - En ecología
    - Cómo se aprovecha
    - Cómo se lucha por él
    - Cómo se libera
    - Cómo se reocupa
  - En selvicultura
    - Cómo se dosifica
- Se debe aplicar el principio de precaución, evitando acciones difícilmente reversibles:
  - Daños edáficos
  - Pérdida de riqueza genética
- Principales acciones:

- Control de incendios
    - Organización de la ganadería
    - Desbroces
    - Acotamientos
    - Quemas controladas
- Claras suaves y frecuentes
- Promover la regeneración natural
- Prevenir activamente la erosión
- Fomento de la heterogeneidad a todas las escalas, mediante la aplicación de variedad de tipos de eventos renovadores

- Los riesgos se atemperan implementando un régimen de renovaciones que prevenga eventos drásticos.
- En la gestión de los ecosistemas, y sobre todo en su conservación, se debe aplicar la denominada paradoja dinámica multiescalar: para mantener atributos a un nivel hay que cambiarlos a escala de más detalle.
- La redundancia en la información, y el conocimiento de los patrones espaciales y temporales, permiten deducir, o al menos atisbar, muchos datos de los que se carece de referencias directas; datos que pueden ser decisivos en términos explicativos y por tanto predictivos.
- La gestión de la complejidad debe ser flexible y adaptativa: los resultados deben preponderar sobre las ideas preconcebidas. Y anticipadora: tener la iniciativa de los eventos renovadores, que es equivalente a decir, de la dinámica. Se debe estar preparado para escenarios sorpresa, asumirlos como algo inherente a los sistemas complejos y adaptarse a ellos con rapidez.
- Las intervenciones frecuentes y suaves permiten acotar la incertidumbre. El principal instrumento de actuación en los montes deben ser los aprovechamientos forestales: para lograr que la gestión forestal anticipe las dinámicas forestales debe aplicar acciones suficientemente extensas y mantenidas en el tiempo, y para eso es imprescindible que sean autofinanciadas. Además, los ingresos a los propietarios de los terrenos suponen una garantía de arraigo, y la mejor prevención de riesgos a largo plazo.
- La planificación forestal debe ser simple, pero recoger el conocimiento esencial, y espacial y temporalmente explícita. La cuantificación de lo propuesto puede ser somera.

Como consideración final, no existen atajos o recetas que conduzcan a una gestión forestal eficiente sin pasar por la comprensión de los aspectos básicos de la dinámica de los ecosistemas afectados. Cuando existe ese conocimiento, todo es más fácil; por ejemplo, la planificación puede ser muy sencilla, lo que debe ser compatible, o incluso es consecuencia, de una refinada selvicultura. Si no se da esa comprensión, que difícilmente se alcanza sin conjugar teoría y práctica en el campo, lo habitual es dejarse llevar por análisis numéricos. Estos sustituyen una realidad de cuya infinita complejidad no se ha sido capaz de extractar lo esencial.