Bio+A Málaga cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU.

# MEMORIA DE EJECUCIÓN TÉCNICA
# A6 Innovación y Transferencia.

## BIO+A MÁLAGA. GESTIÓN FORESTAL SOSTENIBLE, FOMENTANDO LA BIODIVERSIDAD, PROTECCIÓN DE LOS ECOSISTEMAS Y EL APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA EN LA PROVINCIA DE MÁLAGA

### ACCIÓN 6.3. DESARROLLO DE MODELOS DE SELVICULTURA PRÓXIMA A LA NATURALEZA

ACCIÓN 6.3. DESARROLLO DE MODELOS DE SELVICULTURA PRÓXIMA A LA NATURALEZA DIRIGIDOS A LA MAXIMIZACIÓN Y VALORIZACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS (MANTENIMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD, REDUCCIÓN DE RIESGOS DE PERTURBACIONES (INCENDIOS, PLAGAS Y ENFERMEDADES), FIJACIÓN DE CARBONO Y ECO-HIDROLOGÍA). COMO COMPLEMENTO DE LA ACTIVIDAD ANTERIOR LOS MODELOS DESARROLLADOS INCLUIRÁN LA VISIÓN DE SELVICULTURA PRÓXIMA A LA NATURALEZA DIRIGIDOS A LA MAXIMIZACIÓN Y VALORIZACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS (MANTENIMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD, REDUCCIÓN DE RIESGOS DE PERTURBACIONES (INCENDIOS, PLAGAS Y ENFERMEDADES), FIJACIÓN DE CARBONO Y ECO-HIDROLOGÍA), COMPLEMENTANDO LA VISIÓN DE PRODUCTIVIDAD DE PRODUCTOS MADERABLES Y NO MADERABLES. EL PROCESO DE MODELIZACIÓN ESTARÁ BASADO EN LAS MISMAS TÉCNICAS ANTERIORES DE ANÁLISIS DE DATOS Y MODELIZACIÓN AVANZADA. ESTA ACTIVIDAD ESTARÁ APOYADA EN EL DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE EVOLUCIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS BASADOS EN SENSORIZACIÓN EN FUNCIÓN DE LOS ESQUEMAS SELVÍCOLAS IMPLANTADOS EN 2 PROYECTOS PILOTO (DENTRO Y FUERA DEL PARQUE NACIONAL/NATURAL). SE UTILIZARÁN ECOSISTEMAS IOT (INTERNET OF THINGS) QUE PERMITAN EL MONITOREO CONTINUO DE LAS VARIABLES DE INTERÉS Y LA TOMA DE DECISIONES DE GESTIÓN. TODA LA INFORMACIÓN RECOPILADA SERÁ INTEGRADA EN EL SISTEMA SIG PROPUESTO EN LA A2. MONITORIZACIÓN DE LAS ACTUACIONES SILVÍCOLAS PARA LA CONSERVACIÓN DE ESPECIES VULNERABLES Y AMENAZADAS (PINSAPO, COLIRROJO REAL), QUE MINIMICEN LOS RIESGOS DE PERTURBACIONES (INCENDIOS Y PLAGAS FORESTALES).

Bio+A Málaga cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU.

Bio+A Málaga cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU.

# BIO+A MÁLAGA. GESTIÓN FORESTAL SOSTENIBLE, FOMENTANDO LA BIODIVERSIDAD, PROTECCIÓN DE LOS ECOSISTEMAS Y EL APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA EN LA PROVINCIA DE MÁLAGA

**Dirección científica:**

Rafael Mª Navarro Cerrillo y Guillermo Palacios Rodríguez

Departamento de Ingeniería Forestal, Laboratorio de Dendrocronología, Selvicultura y Cambio Climático, DendrodatLab-ERSAF (RNM 360), Universidad de Córdoba.

**Autores de este informe:**

Navarro-Cerrillo, RM; Varo-Martínez, M.A.; Baietto, A.; Rivas-Cobo, C.A.; Palacios-Rodríguez, G. (2025).

**Colaboradores:**

TRAGSA: Marta Ruiz Villén y Cristóbal Gaspar Becerra Lopez

Parque Nacional Sierra de las Nieves: Adriano Vázquez Mora, Natalia Ríos Gil, Fernando Ríos y resto del personal del Espacio Natural Protegido de Sierra de las Nieves.

**Fotografías y Figuras:**

Varo Martínez, MA, Navarro Cerrillo, RM; Andrés Baietto, Guillermo Palacios (salvo que se indique en el texto).

Desarrollo de modelos de selvicultura próxima a la naturaleza. BIO+A Málaga © 2025 by Navarro Cerrillo, Varo Martínez, Baietto, Rivas Cobo and Palacios Rodríguez is licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International. To view a copy of this license, visit https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Bio+A Málaga cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU.

# Índice

Acción 6.3. Desarrollo de modelos de selvicultura próxima a la naturaleza. ..... 7

1. Selvicultura próxima a la naturaleza: concepto, evolución y vigencia actual ..... 7

1.1. Concepto y fundamentos técnicos ..... 7

1.2. De la receta al marco adaptativo ..... 8

1.3. Vigencia actual: la SPN una alternativa para la Comarca de Sª de las Nieves ..... 9

1.4. Limitaciones y desafíos en la Comarca de Sª de las Nieves ..... 10

2. Selvicultura próxima a la naturaleza en masas artificiales de *Pinus halepensis* y *P. pinaster* ..... 13

2.1. Recomendaciones generales para una SPN ..... 13

2.2. Criterios selvícolas según estado estructural del rodal ..... 13

3. Selvicultura próxima a la naturaleza en masas mixtas de pinar (*Pinus halepensis* y *P. pinaster*) con pinsapo (*Abies pinsapo*) ..... 18

3.1. Recomendación generales para una SPN ..... 18

3.2. Criterios selvícolas según estado estructural del rodal ..... 18

4. Selvicultura próxima a la naturaleza en masas mixtas de pinar (*Pinus halepensis* y *P. pinaster*) con encina *(Quercus ilex)* ..... 23

4.1. Recomendaciones generales para una SPN ..... 23

Bio+A Málaga cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU.

# Índice de tablas

**Tabla 1:** Comparativa de enfoques selvícolas Pinares mediterráneos de montaña (*P. halepensis / P. pinaster*) ..... 16

**Tabla 2 :** Comparativa de enfoques selvícolas Pinares–pinsapares de montaña (*Pinus halepensis*, *P. pinaster* y *Abies pinsapo*)..... 21

**Tabla 3:** Comparativa de enfoques selvícolas pinares (*Pinus halepensis*, *P. pinaster* ) con *Quercus* (*Quercus ilex, Q. suber, Q. faginea*). ..... 26

# Índice de figuras

**Figura 1:** Modelo conceptual de selvicultura próxima a la naturaleza (SPN). ..... 12

**Figura 2**: Selvicultura próxima a la naturaleza (SPN) en masas artificiales de pinar (Pinus halepensis, P. pinaster)..... 17

**Figura 3:** Selvicultura próxima a la naturaleza (SPN) en masas artificiales de pinar (*Pinus halepensis, P. pinaster*) con presencia de pinsapo (*Abies pinsapo*)..... 22

**Figura 4:** Selvicultura próxima a la naturaleza (SPN) en masas artificiales de pinar (*Pinus halepensis, P. pinaster*) con presencia Quercus (*Quercus ilex, Q. suber, Q. faginea*).... 27

# Acción 6.3. Desarrollo de modelos de selvicultura próxima a la naturaleza.

## 1. SELVICULTURA PRÓXIMA A LA NATURALEZA: CONCEPTO, EVOLUCIÓN Y VIGENCIA ACTUAL

### 1.1. Concepto y fundamentos técnicos

La selvicultura próxima a la naturaleza (SPN) es un enfoque de gestión forestal que busca aprovechar la dinámica natural de los ecosistemas —regeneración, competencia, sucesión, perturbaciones y ciclos biogeoquímicos— para lograr masas forestales estables, diversas y resilientes, manteniendo simultáneamente funciones productivas, protectoras y sociales. No se trata de "no intervenir", sino de intervenir de forma compatible con los procesos ecológicos dominantes del lugar, minimizando impactos y evitando forzar estructuras artificiales que incrementen el riesgo o reduzcan la capacidad de adaptación del bosque.

Desde un punto de vista operativo, la SPN se apoya en una serie de principios recurrentes (Fig. 1):

1. Adecuación estación–especie–procedencia: la elección de especies (y, cuando aplica, de procedencias genéticas) debe responder a la estación (clima, suelo, topografía, régimen hídrico), priorizando especies autóctonas o bien adaptadas.

2. Regeneración natural como pilar: se favorece la regeneración por semilla o brote donde sea viable, complementándola con plantación solo cuando el reclutamiento natural no asegure densidades o mezclas deseables.

3. Estructura irregular y diversidad: se promueven masas mixtas, con diversidad de edades, tamaños y especies, para distribuir riesgos (plagas, sequías, viento) y sostener múltiples hábitats.

4. Intervenciones graduales, selectivas y continuas: claras intensas y cortas a hecho se sustituyen, en general, por tratamientos de mejora, entresacas y aperturas pequeñas que imitan huecos naturales y mantienen cobertura.

5. Conservación de suelos y nutrientes: se reduce la compactación y la erosión, se planifica la saca por trazas permanentes, y se retiene parte de la biomasa (madera muerta, ramaje) para sostener la fertilidad y la biodiversidad.

6. Gestión adaptativa: el bosque se considera un sistema complejo; por tanto, el seguimiento (inventarios, indicadores de regeneración, vigor, daños, biodiversidad y carbono) guía ajustes periódicos.

En términos de modelos/esquemas selvícolas, la SPN suele asociarse con la selvicultura de cubierta continua (*continuous cover forestry*) y con sistemas irregulares (selección por árboles o por pequeños grupos), aunque en la práctica puede aplicarse también a masas regulares mediante itinerarios que reduzcan homogeneidad, introduzcan mezcla y mejoren estabilidad (p. ej., diversificación progresiva de repoblaciones monoespecíficas).

Es importante distinguir el enfoque de SPN de otros conceptos próximos:

- Gestión "cercana a la naturaleza" no equivale a conservación estricta: admite aprovechamientos, pero con criterios ecosistémicos.
- No es sinónimo de "gestión sin maquinaria": la mecanización puede ser compatible si se diseña una red de saca que minimice

impactos y si se ajustan épocas y métodos.
- No se opone necesariamente a especies no autóctonas, pero las trata con precaución, priorizando funcionalidad ecológica y riesgo de invasión o vulnerabilidad.

La SPN se entiende mejor como respuesta a limitaciones detectadas en modelos anteriores de ordenación forestal.

En regiones donde la protección del suelo y la estabilidad eran críticas (montaña, cuencas protectoras), se considera prioriratio usar métodos selvícolas basados en cobertura permanente. La gestión por selección (entresaca de árboles individuales o pequeños grupos) permite mantener el bosque continuamente arbolado, favoreciendo regeneración bajo dosel y reduciendo exposición del suelo. Estos enfoques fueron ganando relevancia a medida que se comprendía que la continuidad del dosel mejora el microclima, reduce evaporación, amortigua extremos térmicos y protege frente a erosión.

Por otro lado, el cambio de enfoque hacia una mayor atención a la biodiversidad, la multifuncionalidad y los servicios ecosistémicos (paisaje, uso público, protección hidrológica y captura de carbono) ha contribuido a consolidar la SPN como un marco integrador, porque permite compatibilizar producción con conservación mediante decisiones más cuidadosas (qué cortar, dónde abrir huecos, qué retener, cómo estructurar la mezcla).

Un aspecto conceptual importante de la SPN fue incorporar la idea de que los bosques "naturales" no son estáticos, sino que evolucionan con perturbaciones, por lo que la SPN incorpora esta visión al imitar regímenes de perturbación compatibles con el contexto: aperturas pequeñas en bosques de dinámica de claros; intervenciones en grupos mayores cuando el tipo forestal responde bien a perturbaciones más intensas; o mosaicos espaciales que aumenten heterogeneidad.

### 1.2. De la receta al marco adaptativo

La evolución reciente ha desplazado la SPN desde "un conjunto de tratamientos" hacia "un marco de decisión". Hoy se habla más de objetivos e indicadores (resiliencia, diversidad funcional, estabilidad mecánica, regeneración efectiva, estructura vertical, continuidad de hábitats) que de aplicar un método único. La gestión se vuelve adaptativa, con seguimiento de resultados y ajustes frente a cambios ambientales rápidos.

Aunque las posibildades de aplicación de la SPN depende del tipo forestal (ver Acción 2.5), la SPN suele estructurarse en decisiones sobre la regeneración, la estructura, los tratamientos de mejora y los aprovechamientos.

*Diagnóstico de estación y tipología de masa*

La base de la SPN es una caracterización detallada: clima local, balance hídrico, limitantes edáficas, exposición, riesgos (incendio, viento, nieve), presión de herbívoros, y estado sanitario. A nivel de masa, se evalúan distribución diamétrica, estratificación, composición específica, calidad de copa, estabilidad, densidad y presencia de regenerado.

**Regeneración: favorecer diseminación y mezcla de especies**

La SPN prioriza regeneración natural, pero exige asegurar tres condiciones: (i) fuente de semilla (árboles semilleros y diversidad genética), (ii) sitio (luz, microsuelo, humedad, competencia herbácea), y (iii)

protección frente a ramoneo o daños. La apertura de dosel se ajusta a la ecología de la especie: especies tolerantes a sombra pueden regenerar con coberturas altas; heliófilas requieren claros mayores. En contextos de cambio climático, se busca una mezcla que incremente la diversidad funcional (estrategias de uso del agua, fenología, resistencia a plagas).

**Tratamientos selvícolas: claras de mejora y entresacas orientadas a estructura**

En lugar de centrarse sólo en la extracción de volumen, las intervenciones se diseñan para:

- mejorar el vigor y la estabilidad de árboles del porvenir,
- mejorar la estructura vertical (presencia simultánea de regenerado, subpiso y dominantes),
- mantener proporciones de mezcla deseadas de especies,
- reducir la continuidad de combustible cuando el riesgo de incendio es relevante,
- y asegurar árboles de hábitat (cavidades, grandes diámetros, madera muerta en pie).

**Aprovechamiento y operación: minimización de impactos**

La compatibilidad con la naturaleza depende de la operación: planificación de pistas y calles de saca permanentes, limitación de tránsito fuera de ellas, uso de maquinaria adecuada a la portancia, y selección de épocas menos sensibles. Se retiene una fracción de restos para ciclo de nutrientes y para hábitat saproxílico, equilibrando con objetivos de prevención de incendios donde aplique.

**Indicadores y seguimiento**

La gestión próxima a la naturaleza se valida con indicadores: éxito de regeneración (densidad, diversidad, distribución), crecimiento y mortalidad, daños y sanidad, diversidad estructural (índices de heterogeneidad), volumen de madera muerta, presencia de árboles veteranos, estabilidad (daños por viento/nieve), y, cada vez más, carbono (existencias y dinámica) y adaptación climática (estrés hídrico, cambios fenológicos, desplazamiento altitudinal).

### 1.3. Vigencia actual: la SPN una alternativa para la Comarca de Sª de las Nieves

La SPN es especialmente relevante en la Comarca de Sª de las Nieves por la convergencia de tres presiones: cambio climático, demandas sociales y riesgos crecientes

**Cambio climático y resiliencia**

El aumento de temperaturas, la mayor frecuencia de sequías y eventos extremos elevan el riesgo de decaimiento, incendios y brotes bióticos. Las masas homogéneas y coetáneas tienden a ser más vulnerables cuando un factor limitante actúa de forma sincrónica. En contraste, la SPN promueve heterogeneidad espacial y funcional: mezcla de especies con estrategias distintas, variedad de edades y tamaños, y continuidad de cobertura que amortigua microclimas. Esto no elimina el riesgo, pero puede reducir la probabilidad de fallos catastróficos y facilitar recuperación posterior.

**Incendios forestales: gestión del combustible con enfoque ecosistémico**

En regiones con régimen de incendios intensificado, la SPN incorpora tratamientos para romper continuidad vertical y horizontal del combustible, manteniendo a la vez

regeneración y estructura. La cubierta continua no significa necesariamente mayor riesgo; la clave es el diseño del sotobosque, la carga de combustible fino, y la accesibilidad para trabajos preventivos. En muchos contextos, la combinación de claras selectivas, fajas de gestión y mosaicos estructurales encaja bien con el marco próximo a la naturaleza.

**Biodiversidad y conservación**

La conservación de biodiversidad se ha vuelto un objetivo explícito. La SPN, al retener madera muerta, árboles maduros, microhábitats y mezcla, mejora condiciones para múltiples grupos (aves forestales, saproxílicos, hongos, flora de sotobosque). Además, su lógica de intervenciones pequeñas y continuidad de hábitat reduce "saltos" ambientales asociados a cortas intensas.

**Bioeconomía forestal: calidad, riesgo y aceptación social**

Desde la perspectiva económica, la SPN no siempre maximiza volumen a corto plazo, pero puede mejorar calidad (diámetros grandes, fustes mejor conformados si se seleccionan árboles objetivo), reducir costes de repoblación al usar regeneración natural, y disminuir exposición a pérdidas por perturbaciones. Socialmente, suele ser más aceptada por mantener paisajes forestales continuos y valores recreativos.

**Carbono y contabilidad climática**

La captura y almacenamiento de carbono se han incorporado a políticas públicas y mercados voluntarios. La SPN puede contribuir mediante masas más estables, mantenimiento de stocks en biomasa y suelo, y reducción de perturbaciones severas. El balance real depende de intensidad de aprovechamiento, destino de la madera (productos de larga vida) y sustitución de materiales fósiles. En cualquier caso, la gestión basada en estabilidad y resiliencia es coherente con objetivos climáticos de medio-largo plazo.

### 1.4. Limitaciones y desafíos en la Comarca de Sª de las Nieves

La SPN no es una solución universal y presenta retos técnicos:

**Regeneración condicionada por herbivoría:** en áreas con alta densidad de ungulados, la regeneración natural puede fracasar sin control poblacional o protección.

**Necesidad de conocimiento y mano de obra cualificada:** la selección de árboles y el diseño fino requieren inventarios de calidad y personal formado.

**Mercados y logística**: claras frecuentes y volúmenes más pequeños por intervención pueden elevar costes si no hay cadenas de suministro adaptadas.

**Conflictos entre objetivos**: retener madera muerta favorece biodiversidad, pero puede entrar en tensión con prevención de incendios en ciertos entornos; se requiere diseño y zonificación.

**Cambio climático rápido**: "imitar la naturaleza" del pasado puede no ser suficiente si la estación cambia más rápido que la dinámica del bosque; por ello se habla cada vez más de SPN orientada a la adaptación, incorporando mezcla y migración asistida prudente cuando sea necesario.

La selvicultura próxima a la naturaleza representa, por tanto, una *conceptualización diferente* del modelo de selvicultura: de la regulación centrada en la producción hacia un enfoque basado en procesos ecológicos, resiliencia y multifuncionalidad. Su evolución ha estado

ligada a la evidencia de vulnerabilidades en masas homogéneas (ver Acción 6.2), al desarrollo de la ecología de bosques y perturbaciones, y a la creciente demanda de servicios ecosistémicos. En la actualidad, su vigencia es aún mayor por el cambio climático, el aumento de riesgos y la necesidad de mantener biodiversidad y aceptación social sin renunciar al aprovechamiento.

En términos técnicos, la SPN no es un método único, sino un marco de gestión adaptativa que combina: adecuación estación–especie, regeneración preferentemente natural, continuidad de cubierta, diversificación estructural y seguimiento mediante indicadores. Bien aplicada, puede producir bosques más estables y funcionales, capaces de sostener producción y protección en escenarios de incertidumbre creciente.

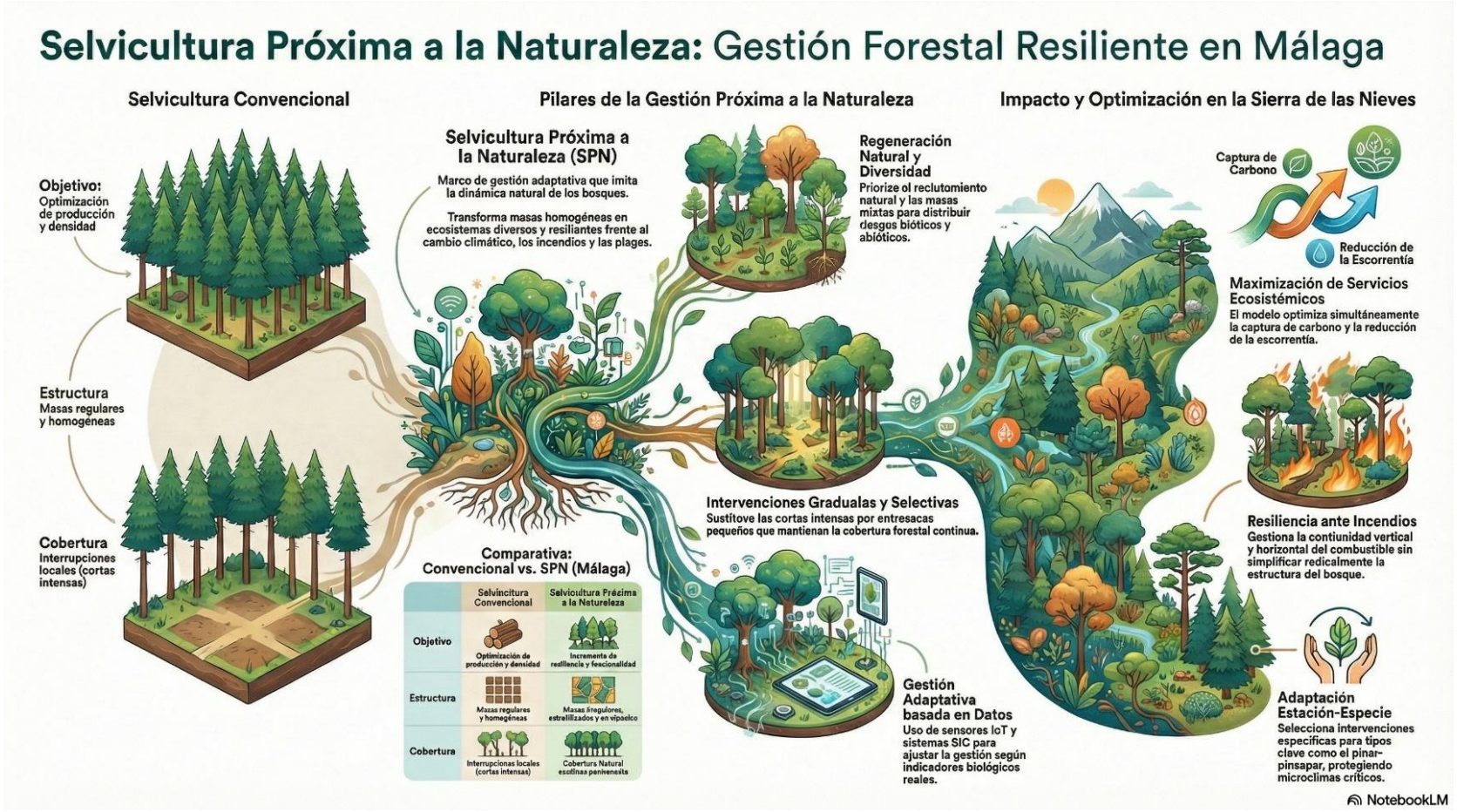



**Figura 1:** Modelo conceptual de selvicultura próxima a la naturaleza (SPN).

## 2. SELVICULTURA PRÓXIMA A LA NATURALEZA EN MASAS ARTIFICIALES DE *PINUS HALEPENSIS* Y *P. PINASTER*

En la acción A.2.5 Modelo de Gestión Forestal se resume las principales variables dasométricas del tipo forestal de *Pinus halepensis* y *P. pinaster* en la comarca de Sierra de las Nieves.

Los datos dasométricos muestran que las masas artificiales de *P. halepensis* y *P. pinaster* en la comarca de Sierra de las Nieves presentan una amplia variabilidad estructural, desde rodales jóvenes o poco desarrollados hasta formaciones maduras con altos valores de densidad y tamaño. Esta heterogeneidad puede estar relacionada con distintos factores ecológicos (condiciones edáficas, disponibilidad hídrica), históricos (usos pasados, incendios, aprovechamientos) y de gestión (Tabla 1, Fig. 2).

### 2.1. Recomendaciones generales para una SPN

El modelo de SPN para este tipo forestal prioriza el pinar como un sistema dinámico cuya estabilidad y funcionalidad dependen de la adecuación estación–estructura–densidad. El objetivo no es maximizar la producción a corto plazo, sino incrementar la resiliencia estructural y funcional del monte frente a sequías, incendios y eventos extremos, manteniendo una cobertura forestal continua y favoreciendo la heterogeneidad espacial.

La elevada variabilidad estructural observada en las masas de *P. halepensis* y *P. pinaster* permite orientar la gestión hacia formas principales de masa semirregular e irregular, mediante intervenciones selectivas y escalonadas que imiten la dinámica natural de claros y eviten cambios bruscos en el microclima y el balance hídrico del suelo.

*Objetivos específicos*

- Incrementar la resiliencia frente a sequía prolongada, incendios forestales y episodios de plagas y enfermedades.
- Reducir la competencia intraespecífica por el recurso hídrico, manteniendo pies dominantes estables y bien conformados.
- Favorecer una estructura irregular en mosaico, con diversidad de tamaños, edades y densidades.
- Mantener una cubierta forestal continua, evitando cortas a hecho y grandes aperturas.
- Compatibilizar la producción sostenible de biomasa con funciones de protección del suelo, regulación hidrológica y biodiversidad.

### 2.2. Criterios selvícolas según estado estructural del rodal

**Rodales muy claros**

($N < 150$ pies $ha^{-1}$ o $G < 8$ $m^2$ $ha^{-1}$)

En rodales muy abiertos, frecuentemente asociados a estaciones limitantes o a perturbaciones pasadas (incendios, sobreexplotación), la prioridad es mantener la estructura existente y evitar incrementos artificiales de densidad que comprometan el balance hídrico.

No se recomiendan actuaciones de cierre de copas.

Intervenciones limitadas a cortas sanitarias y de mejora (pies secos, inestables o dañados).

Conservación de pies dominantes bien adaptados como árboles semilleros y estructurales.

**Rodales de densidad intermedia**

**(N ≈ 300 pies ha$^{-1}$; G ≈ 12 m$^2$ ha$^{-1}$)**

Estos rodales representan una situación favorable para aplicar tratamientos SPN orientados a la mejora estructural.

Claras selectivas por lo bajo, eliminando pies dominados, mal conformados o con copas regresivas.

Priorización de árboles dominantes con buena relación H/D y copas equilibradas.

Objetivo post-tratamiento:

N = 160–220 pies ha$^{-1}$

G ≈ 10–12 m$^2$ ha$^{-1}$

Dg objetivo: 28–32 cm

El objetivo es reducir competencia hídrica, mejorar estabilidad individual y facilitar la aparición de regeneración puntual sin pérdida de cobertura.

**Rodales densos**

**(N > 600 pies ha$^{-1}$ o G > 18 m$^2$ ha$^{-1}$)**

En estos rodales, típicos de repoblaciones o regeneraciones post-incendio muy cerradas, la SPN recomienda intervenciones progresivas para evitar choques ecológicos.

Dos fases de entresaca

Primera reducción hasta N = 250–300 pies ha$^{-1}$.

Segunda intervención a los 6–10 años hasta N = 160–220 pies ha$^{-1}$.

Eliminación preferente de pies de pequeño diámetro bajo copa que actúan como combustible vertical.

Estas actuaciones deben crear heterogeneidad espacial, evitando estructuras uniformes tras la intervención.

**Rodales maduros**

En rodales con pies de gran diámetro y altura, se recomienda evolucionar hacia estructuras irregulares mediante:

Cortas de regeneración en pequeños grupos o bosquetes (0,05–0,2 ha).

Favorecer la instalación de nuevas cohortes sin comprometer la continuidad del dosel.

Mantener pies veteranos como elementos estructurales y de biodiversidad.

*Combustibles y prevención de incendios (enfoque SPN)*

La prevención se integra en la estructura del bosque, no mediante simplificación extrema.

Discontinuidad horizontal:

Mosaico de densidades variables y pequeños claros.

Discontinuidad vertical:

Desbroce selectivo del subpiso.

Poda baja (2–3 m) en árboles seleccionados.

Zonas estratégicas e interfaces:

G ≤ 8–10 m$^2$ ha$^{-1}$

N = 120–160 pies ha$^{-1}$

Copa discontinua, pero con cobertura suficiente para protección del suelo.

*Regeneración y mejora a medio plazo*

Priorizar la regeneración natural, aprovechando pulsos favorables de humedad.

Controlar densidades excesivas de brinzales tras regeneraciones masivas.

Favorecer mezclas puntuales de frondosas mediterráneas (encina, quejigo, acebuche) cuando la estación lo permita, aumentando la diversidad funcional y la resiliencia.

En masas envejecidas y cerradas:

Regeneración por aclareo sucesivo uniforme en bosquetes (0,1–0,2 ha).

*Ritmo de trabajo y seguimiento*

Intervalo entre intervenciones: 6–10 años, ajustado al riesgo de incendio y a eventos climáticos extremos.

*Indicadores de control*

G objetivo: 10–14 $m^2\ ha^{-1}$

En zonas de alto riesgo: 10–12 $m^2\ ha^{-1}$

Relación H/D < 0,7

Subpiso sin continuidad vertical hacia copas

Presencia de regeneración viable y distribuida

*Consideraciones operativas*

Priorizar extracción mecanizada ligera; en laderas, corta dirigida.

Residuos triturados o parcialmente retenidos para protección del suelo, evitando acumulaciones.

Épocas de intervención fuera de máximos de estrés hídrico y de riesgo extremo de incendios.

Seguimiento sanitario: especial atención a perforadores y decaimiento post-sequía; retirada selectiva de pies secos peligrosos.

Bio+A Málaga cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU.

**Tabla 1:** Comparativa de enfoques selvícolas Pinares mediterráneos de montaña (*P. halepensis / P. pinaster*)

| Aspecto | Selvicultura convencional | Selvicultura Próxima a la Naturaleza (SPN) |
|---|---|---|
| **Objetivo principal** | Optimización de la producción y control de densidad | Incremento de resiliencia estructural y funcional del ecosistema |
| **Visión del bosque** | Masa productiva relativamente homogénea | Sistema dinámico, complejo y multifuncional |
| **Modelo estructural** | Preferencia por masas regulares o semirregulares | Masas semirregulares e irregulares, en mosaico |
| **Cobertura forestal** | Puede interrumpirse localmente (claras intensas, fajas amplias) | Cobertura forestal continua como principio básico |
| **Criterio de intervención** | Umbrales dasométricos fijos | Rangos funcionales adaptados a estación, riesgo y estructura |
| **Tipo de claras** | Claras sistemáticas por lo bajo o mixtas | Entresacas selectivas orientadas a estructura y estabilidad |
| **Intensidad de intervención** | Moderada a alta, con menos frecuencia | Baja a media, escalonada y frecuente |
| **Gestión del riesgo de incendio** | Reducción de combustible mediante simplificación estructural | Gestión de continuidad horizontal y vertical manteniendo complejidad |
| **Combustible vertical** | Eliminación generalizada | Eliminación selectiva bajo copas y en pies secundarios |
| **Regeneración** | Secundaria; a veces inducida artificialmente | Prioritaria y natural, asistida si es necesario |
| **Tratamientos de regeneración** | Cortas más amplias o regeneración uniforme | Pequeños grupos, bosquetes y dinámica de claros |
| **Diversidad específica** | Limitada; masas monoespecíficas frecuentes | Fomento de mezcla puntual de frondosas mediterráneas |
| **Árboles veteranos y de hábitat** | Eliminados por criterios productivos o de seguridad | Conservados como elementos estructurales y ecológicos |
| **Madera muerta** | Retirada sistemática | Retención controlada para biodiversidad y suelo |
| **Prevención de sequía** | Reducción de densidad general | Reducción selectiva de competencia hídrica |
| **Relación H/D** | No siempre considerada explícitamente | Indicador clave de estabilidad individual |
| **Ritmo de intervención** | Ciclos largos y menos adaptativos | Ciclos cortos (6–10 años) con seguimiento continuo |
| **Capacidad de adaptación climática** | Limitada en masas homogéneas | Alta, por diversidad estructural y funcional |
| **Aceptación social y paisajística** | Variable; impacto visual puntual alto | Alta; mantenimiento del paisaje forestal continuo |
| **Riesgo de fallos catastróficos** | Mayor (incendio, sequía, plagas) | Menor, por distribución del riesgo |
| **Papel del gestor** | Aplicador de recetas técnicas | Gestor adaptativo basado en observación y seguimiento |

Bio+A Málaga cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU.




**Figura 2**: Selvicultura próxima a la naturaleza (SPN) en masas artificiales de pinar (*Pinus halepensis, P. pinaster*).

## 3. SELVICULTURA PRÓXIMA A LA NATURALEZA EN MASAS MIXTAS DE PINAR (*PINUS HALEPENSIS* Y *P. PINASTER*) CON PINSAPO (*ABIES PINSAPO*)

### 3.1. Recomendación generales para una SPN

La gestión selvícola del tipo forestal pinar–pinsapar debe orientarse desde un enfoque de **selvicultura próxima a la naturaleza**, considerando el elevado valor ecológico del pinsapo (*Abies pinsapo*), especie relicta, endémica y altamente sensible a alteraciones climáticas y estructurales. El objetivo principal es **favorecer la estabilidad y funcionalidad del ecotono pinar–pinsapar**, manteniendo una cobertura forestal continua, una elevada heterogeneidad estructural y una dinámica de regeneración natural compatible con las exigencias ecológicas de cada especie (Tabla 2, Fig. 3).

La coexistencia de pinares mediterráneos con el pinsapo genera masas **intrínsecamente heterogéneas**, tanto en densidad como en estructura y composición, lo que hace especialmente adecuado un modelo de gestión basado en **intervenciones selectivas, de baja intensidad y adaptativas**, evitando tratamientos uniformes y cambios bruscos en el microclima forestal.

*Objetivos específicos*

- Incrementar la **resiliencia estructural y funcional** del sistema pinar–pinsapar frente a sequías prolongadas, incendios y eventos extremos.
- Favorecer la **persistencia y expansión del pinsapo**, asegurando condiciones microclimáticas favorables para su regeneración.
- Reducir la **competencia hídrica excesiva** entre pinos y pinsapos, especialmente en rodales densos de regeneración.
- Mantener una **estructura irregular y estratificada**, con diversidad de edades, tamaños y especies.
- Compatibilizar funciones de conservación, protección del suelo, regulación hidrológica y producción forestal secundaria.

### 3.2. Criterios selvícolas según estado estructural del rodal

**Rodales muy claros**

*($N < 150$ pies $ha^{-1}$ o $G < 8\ m^2\ ha^{-1}$)*

Estos rodales suelen corresponder a zonas de transición, áreas degradadas o enclaves donde el pinsapo aparece de forma puntual.

- Priorizar la **conservación de la estructura existente**, evitando incrementos artificiales de densidad.
- Intervenciones limitadas a **cortas sanitarias y de seguridad**.
- Protección estricta de pies de *Abies pinsapo*, incluso cuando su presencia sea testimonial.
- Favorecer la instalación natural de pinsapo bajo sombra parcial de pinos bien conformados.

**Rodales de densidad intermedia**

*($N \approx 250–350$ pies $ha^{-1}$; $G \approx 10–14\ m^2\ ha^{-1}$)*

Representan situaciones óptimas para la aplicación de tratamientos SPN orientados a la mejora estructural.

- **Entresacas selectivas por lo bajo y por calidad**, eliminando pies dominados, inestables o mal conformados.
- Reducción preferente de pinos en zonas donde exista regeneración o juveniles de pinsapo.
- Conservación de pies dominantes con copas amplias que aporten sombra y estabilidad.

**Objetivo post-tratamiento:**

- N = 180–250 pies $ha^{-1}$
- G = 10–12 $m^2$ $ha^{-1}$
- Mantenimiento de estructura mixta y estratificada

**Rodales densos**

*(N > 600 pies $ha^{-1}$ o G > 18 $m^2$ $ha^{-1}$)*

Frecuentes en regeneraciones densas de pinsapo o pinares jóvenes no gestionados.

- **Reducción progresiva de densidad en varias fases**, evitando aperturas bruscas del dosel.
- Eliminación prioritaria de pies de pequeño diámetro bajo copa que incrementen la competencia hídrica y el riesgo de incendio.
- En masas de pinsapo muy densas, realizar **clareos de selección positiva**, favoreciendo pies mejor conformados.

Estas actuaciones deben buscar una **mejora del microclima**, reduciendo estrés hídrico sin aumentar la insolación directa.

**Rodales maduros y mixtos complejos**

En rodales con estructura avanzada y presencia significativa de pinsapo adulto:

- Aplicar **cortas de regeneración en pequeños grupos o bosquetes** (0,05–0,15 ha).
- Mantener una cobertura continua que garantice humedad ambiental y protección del suelo.
- Conservar pies veteranos de pinsapo y pino como **árboles de hábitat y referencia estructural**.

*Combustibles y prevención de incendios (enfoque SPN)*

La prevención del riesgo de incendio debe ser compatible con la conservación del microclima necesario para el pinsapo.

- **Discontinuidad horizontal:**
  - Mosaico de densidades y pequeños claros.
- **Discontinuidad vertical:**
  - Eliminación selectiva de regenerado excesivo bajo copas.
  - Poda baja moderada solo en pies seleccionados.
- **Zonas estratégicas e interfaces:**
  - G ≤ 8–10 $m^2$ $ha^{-1}$
  - N = 120–160 pies $ha^{-1}$
  - Manteniendo siempre cobertura arbórea suficiente.

*Regeneración y mejora a medio plazo*

- Priorizar la **regeneración natural del pinsapo**, aprovechando años húmedos y zonas umbrías.
- Controlar densidades excesivas de brinzales de *Abies pinsapo* para evitar estancamiento del crecimiento.

- Favorecer una **mezcla funcional equilibrada** entre pinos y pinsapo, ajustada a la estación.
- Evitar regeneraciones uniformes; promover una **dinámica de claros pequeños y regeneración escalonada**.

*Ritmo de trabajo y seguimiento*

- **Intervalo entre intervenciones:** 7–12 años, ajustado a la sensibilidad del pinsapo y al riesgo climático.

*Indicadores de control*

- G objetivo: 10–14 $m^2$ $ha^{-1}$ (tender a 10–12 en zonas secas).
- Relación H/D < 0,7 en pies dominantes.
- Regeneración viable de pinsapo bajo dosel.
- Ausencia de continuidad vertical del combustible.

*Consideraciones operativas*

- Priorizar **intervenciones manuales o mecanización ligera** para evitar compactación del suelo.
- En laderas, corta dirigida y retención parcial de restos para protección edáfica.
- Épocas de intervención fuera de periodos de estrés hídrico y máximo riesgo de incendio.
- Vigilancia sanitaria específica del pinsapo (decaimiento, hongos de raíz, estrés post-sequía).

En pinares–pinsapares, la selvicultura convencional tiende a priorizar el pinar como especie estructural, mientras que la selvicultura próxima a la naturaleza reconoce al pinsapo como elemento rector del sistema, adaptando la intensidad, el tipo y el ritmo de las intervenciones para garantizar la persistencia del ecotono y su funcionalidad ecológica.

**Tabla 2 :** *Comparativa de enfoques selvícolas Pinares–pinsapares de* montaña (*Pinus halepensis*, *P. pinaster* y *Abies pinsapo*).

| Aspecto | Selvicultura convencional | Selvicultura Próxima a la Naturaleza (SPN) |
|---|---|---|
| **Objetivo principal** | Ordenación productiva del pinar con conservación pasiva del pinsapo | Conservación activa del ecotono pinar–pinsapar y aumento de resiliencia |
| **Rol del pinsapo** | Especie acompañante o residual | Especie clave y prioritaria de alto valor ecológico |
| **Visión del sistema** | Masa forestal mixta gestionada de forma uniforme | Sistema complejo, dinámico y altamente heterogéneo |
| **Modelo estructural** | Masas regulares o semirregulares | Masas irregulares, estratificadas y en mosaico |
| **Cobertura forestal** | Interrumpida localmente por claras intensas o fajas | Cobertura continua como requisito para el pinsapo |
| **Criterio de densidad** | Umbrales fijos por especie | Rangos funcionales dependientes de microclima y mezcla |
| **Tipo de claras** | Claras sistemáticas por lo bajo | Entresacas selectivas orientadas a estructura y microclima |
| **Intensidad de intervención** | Media–alta, menos frecuente | Baja–media, progresiva y escalonada |
| **Gestión del combustible** | Reducción generalizada de biomasa | Gestión selectiva de continuidad vertical y horizontal |
| **Combustible bajo copas** | Eliminación amplia | Eliminación selectiva sin pérdida de sombra |
| **Regeneración** | Inducida o secundaria | Natural, prioritaria y adaptada a cada especie |
| **Regeneración del pinsapo** | No específicamente favorecida | Favorecida activamente bajo dosel protector |
| **Tratamientos de regeneración** | Uniformes o en fajas | Pequeños grupos, bosquetes y dinámica de claros |
| **Diversidad específica** | Mantenida pero no gestionada | Fomentada activamente como diversidad funcional |
| **Árboles veteranos** | Eliminados por seguridad o productividad | Conservados como elementos estructurales y de hábitat |
| **Madera muerta** | Retirada sistemática | Retención controlada por su valor ecológico |
| **Microclima forestal** | No considerado explícitamente | Elemento clave (sombra, humedad, protección edáfica) |
| **Prevención de sequía** | Reducción general de densidad | Reducción selectiva de competencia hídrica |
| **Prevención de incendios** | Simplificación estructural | Mosaico estructural y discontinuidades selectivas |
| **Ritmo de intervención** | Ciclos largos y rígidos | Ciclos adaptativos (7–12 años) con seguimiento |
| **Capacidad de adaptación climática** | Limitada, especialmente para el pinsapo | Alta, por mantenimiento de microclimas favorables |
| **Aceptación ambiental y social** | Variable en espacios protegidos | Alta, por coherencia con objetivos de conservación |
| **Riesgo de degradación del ecotono** | Medio–alto | Bajo |
| **Papel del gestor** | Aplicador de tratamientos estándar | Gestor adaptativo basado en observación ecológica |

Bio+A Málaga cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU.




**Figura 3:** Selvicultura próxima a la naturaleza (SPN) en masas artificiales de pinar (*Pinus halepensis, P. pinaster*) con presencia de pinsapo (*Abies pinsapo*).

## 4. SELVICULTURA PRÓXIMA A LA NATURALEZA EN MASAS MIXTAS DE PINAR (*PINUS HALEPENSIS* Y *P. PINASTER*) CON ENCINA (*QUERCUS ILEX*)

### 4.1. Recomendaciones generales para una SPN

La gestión selvícola de los pinares mixtos con *Quercus* debe orientarse desde un enfoque de **selvicultura próxima a la naturaleza**, reconociendo el elevado valor funcional de estas formaciones como sistemas forestales **estructuralmente complejos, estratificados y resilientes**. La coexistencia de pinos mediterráneos con frondosas esclerófilas (*Quercues ilex, Q. suber*), y (semi) marcescentes (*Q. faginea*) genera masas con una marcada heterogeneidad en densidad, composición y estructura vertical, lo que las convierte en un escenario idóneo para aplicar modelos de gestión basados en **intervenciones selectivas, adaptativas y de baja intensidad (**Tabla 3, Fig. 4).

El objetivo no es simplificar la masa ni favorecer una especie dominante en detrimento del resto, sino **regular las interacciones entre estratos**, optimizando la estabilidad mecánica, el balance hídrico y la reducción del riesgo de incendio, sin perder la diversidad funcional que caracteriza a estos sistemas.

*Objetivos específicos*

- Incrementar la **resiliencia ecológica y estructural** frente a incendios forestales, sequías prolongadas y episodios extremos.
- Mantener y potenciar una **estructura mixta y estratificada**, con presencia equilibrada de pinos y frondosas.
- Reducir la **competencia hídrica excesiva**, especialmente en el sotobosque denso de frondosas y matorral.
- Favorecer una **cubierta forestal continua**, evitando tratamientos uniformes o simplificadores.
- Compatibilizar la **producción forestal sostenible del pino** con funciones de protección, biodiversidad y paisaje.

*Criterios selvícolas según estado estructural del rodal*

**Rodales muy claros**

*($N < 150$ pies ha $^{-1}$ o $G < 8$ m$^2$ ha $^{-1}$)*

Estos rodales suelen localizarse en zonas marginales, áreas degradadas o sectores con elevada presión histórica.

- Mantener la **estructura existente**, evitando el cierre artificial del dosel.
- Intervenciones limitadas a **cortas sanitarias y de seguridad**.
- Protección de pies aislados de *Quercus* bien conformados como **elementos estructurales y semilleros**.
- Favorecer la regeneración natural progresiva sin incremento brusco de densidad.

**Rodales de densidad intermedia**

*($N \approx 250–350$ pies ha $^{-1}$; $G \approx 10–14$ m$^2$ ha $^{-1}$)*

Constituyen la situación más favorable para la aplicación de tratamientos SPN.

- **Entresacas selectivas por lo bajo y por calidad**, priorizando:
  - Eliminación de pinos dominados o mal conformados.

- Regulación del estrato de *Quercus ilex* cuando forme masas excesivamente densas.

- Conservación de pies dominantes de pino con copas amplias y buena relación H/D.

**Objetivo post-tratamiento:**

- Pinos: N = 140–180 pies $ha^{-1}$; G = 10–14 $m^2$ $ha^{-1}$; Dg = 30–35 cm
- Frondosas: densidades variables, evitando continuidad vertical excesiva

**Rodales densos**

*(N > 600 pies $ha^{-1}$ o G > 18 $m^2$ $ha^{-1}$)*

Frecuentes en regeneraciones densas de pino o en sotobosques cerrados de frondosas.

- **Reducción progresiva de densidad en varias fases**, evitando aperturas bruscas.
- Priorizar la eliminación de pies de pequeño diámetro bajo copa que incrementan:
  - Competencia hídrica
  - Continuidad vertical del combustible
- En *Quercus ilex*, aplicar **clareos de selección positiva**, favoreciendo pies bien conformados y reduciendo rebrotes excesivos.

**Rodales maduros y mixtos complejos**

En masas con estructura avanzada y elevada diversidad específica:

- Aplicar **entresacas de selección individual o por pequeños grupos**.
- Mantener una estructura irregular con varias clases de edad y diámetro.
- Conservar pies veteranos de pino y frondosas como **árboles de hábitat y referencia estructural**.

*Combustibles y prevención de incendios (enfoque SPN)*

En estos sistemas, la prevención del incendio debe centrarse en la **gestión del sotobosque y la continuidad vertical**, evitando la simplificación extrema del dosel.

- **Discontinuidad horizontal:**
  - Mosaico de densidades y claros pequeños.
- **Discontinuidad vertical:**
  - Reducción selectiva del matorral arbóreo (*Arbutus*, *Phillyrea*, *Olea*) bajo copas.
  - Poda baja moderada (2–3 m) en pies seleccionados.
- **Zonas estratégicas e interfaces:**
  - G ≤ 8–10 $m^2$ $ha^{-1}$
  - N = 120–160 pies $ha^{-1}$
  - Manteniendo siempre cobertura protectora del suelo.

*Regeneración y mejora a medio plazo*

- Priorizar la **regeneración natural mixta**, evitando dominancias monoespecíficas.
- Regular densidades excesivas de regenerado de *Quercus ilex* para evitar bloqueo del crecimiento del pino.

- Favorecer una **mezcla funcional equilibrada**, ajustada a la estación y exposición.
- Evitar regeneraciones uniformes; promover una **dinámica de claros pequeños y regeneración escalonada**.

*Ritmo de trabajo y seguimiento*

- **Intervalo entre intervenciones:** 6–10 años, ajustado al riesgo de incendio y a la dinámica del sotobosque.

*Indicadores de control*

- G objetivo: 10–14 $m^2$ $ha^{-1}$ (tender a 10–12 en zonas de alto riesgo).
- Relación H/D < 0,7 en pies dominantes de pino.
- Sotobosque sin continuidad vertical hacia copas.
- Presencia de regeneración viable y diversificada.

*Consideraciones operativas*

- Priorizar **mecanización ligera o trabajos manuales** para evitar daños al suelo y al regenerado.
- En laderas, corta dirigida y retención parcial de restos para protección edáfica.
- Épocas de intervención fuera de máximos de estrés hídrico y de riesgo extremo de incendios.
- Seguimiento sanitario, especialmente en episodios de sequía prolongada.

**Tabla 3:** Comparativa de enfoques selvícolas pinares (*P. halepensis*, *P. pinaster*) con *Quercus* (*Q. ilex, Q. suber, Q. faginea*).

| Aspecto | Selvicultura convencional | Selvicultura Próxima a la Naturaleza (SPN) |
|---|---|---|
| **Objetivo principal** | Producción del pino y control del sotobosque | Resiliencia ecológica y estabilidad estructural del sistema mixto |
| **Visión del sistema** | Masa forestal dominada por pino con acompañantes | Sistema forestal mixto, complejo y multifuncional |
| **Rol del pino** | Especie productiva dominante | Especie estructural principal, regulada por estabilidad |
| **Rol de *Quercus*** | Especie secundaria o problemática | Especie clave para resiliencia y diversidad funcional |
| **Modelo estructural** | Masas regulares o semirregulares | Masas irregulares, estratificadas y en mosaico |
| **Cobertura forestal** | Interrumpida localmente por claras intensas | Cobertura forestal continua como principio básico |
| **Criterio de densidad** | Umbrales fijos por especie | Rangos funcionales ajustados a mezcla y estación |
| **Tipo de claras** | Claras sistemáticas por lo bajo | Entresacas selectivas por estructura y microclima |
| **Intensidad de intervención** | Media–alta, menos frecuente | Baja–media, frecuente y escalonada |
| **Gestión del sotobosque** | Desbroces generalizados | Regulación selectiva por estratos |
| **Combustible vertical** | Eliminación amplia del matorral | Reducción selectiva manteniendo cobertura |
| **Regeneración** | Secundaria o inducida | Natural, mixta y prioritaria |
| **Regeneración de *Quercus*** | Controlada o limitada | Favorecida como estabilizadora del sistema |
| **Diversidad específica** | Mantenida sin gestión activa | Fomentada como diversidad funcional |
| **Árboles veteranos** | Eliminados por criterios productivos | Conservados como elementos estructurales |
| **Madera muerta** | Retirada sistemática | Retención controlada con valor ecológico |
| **Prevención de sequía** | Reducción general de densidad | Reducción selectiva de competencia hídrica |
| **Prevención de incendios** | Simplificación estructural | Mosaico estructural y discontinuidades selectivas |
| **Microclima forestal** | No considerado explícitamente | Elemento clave para estabilidad |
| **Ritmo de intervención** | Ciclos largos y rígidos | Ciclos adaptativos (6–10 años) |
| **Capacidad de adaptación climática** | Media | Alta |
| **Aceptación paisajística** | Variable | Alta |
| **Riesgo de degradación del sistema** | Medio–alto (simplificación) | Bajo |
| **Papel del gestor** | Aplicador de tratamientos estándar | Gestor adaptativo basado en observación |

Bio+A Málaga cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU.

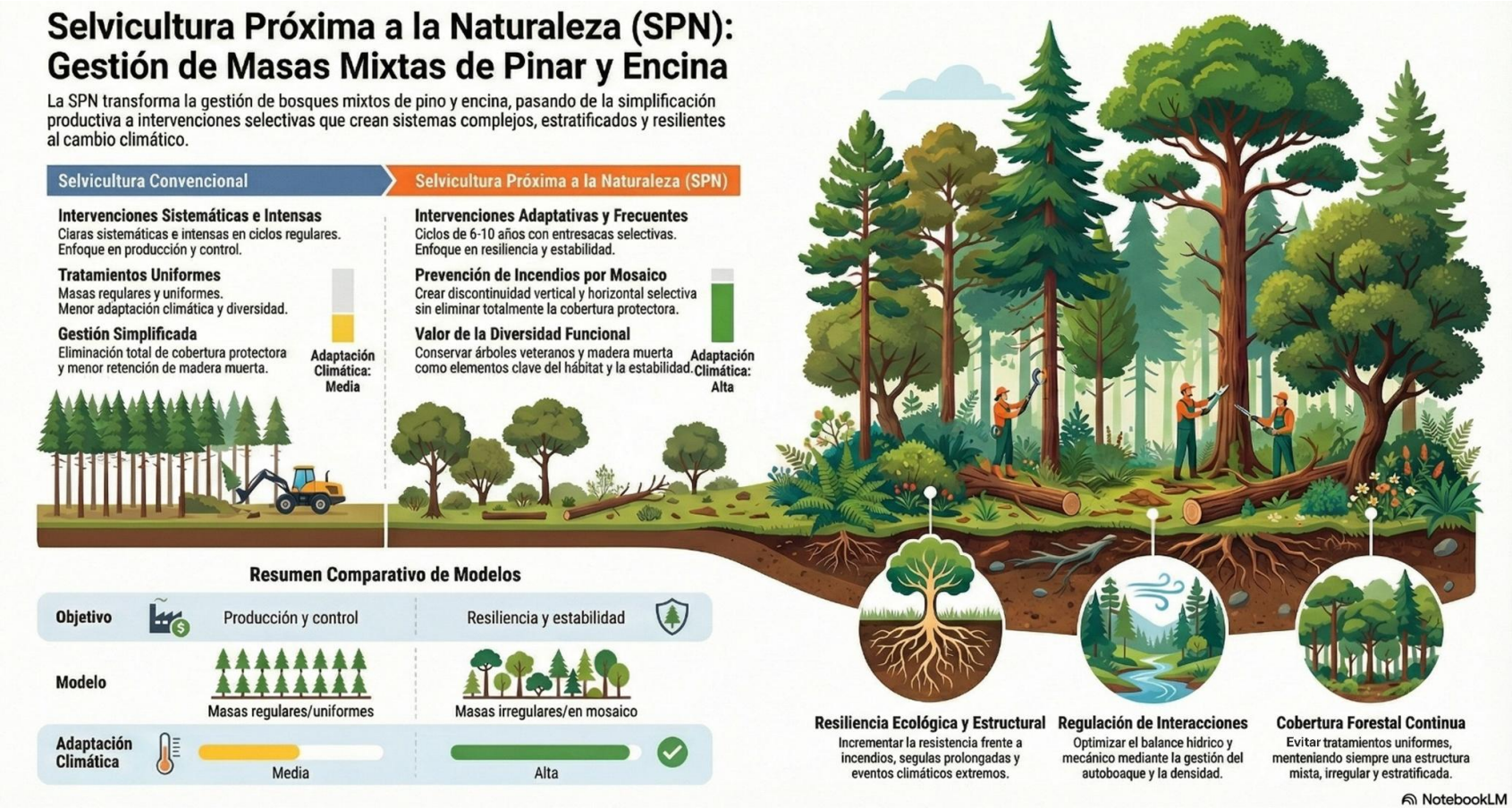



**Figura 4:** Selvicultura próxima a la naturaleza (SPN) en masas artificiales de pinar (*Pinus halepensis, P. pinaster*) con presencia *Quercus* (*Quercus ilex*, *Q. suber, Q. faginea*).