

ENTREGABLE PROYECTOS— 2023-2024

Desarrollo de métodos de análisis, no destructivos y por teledetección, para la optimización de la explotación y mejora de la calidad de madera de *Pinus halepensis*

“WOODBYSAT”

Entregable 5.1: Evaluación de las masas de *P. halepensis* de interés de la Comunitat Valenciana. Representación de masas y zonas seleccionadas

Programa: Proyectos de I+D en colaboración con empresas

Número de proyecto: 22300053

Expediente: IMDEEA/2023/38

Duración: del 01/07/2023 al 30/09/2024

Coordinado en AIDIMME por: Blasco Mollá, Francisco



GENERALITAT
VALENCIANA

IVACE+I

INSTITUTO VALENCIANO
DE COMPETITIVIDAD
E INNOVACION



Financiado por
la Unión Europea

AIDIMME
INSTITUTO TECNOLÓGICO

ÍNDICE

1	Introducción y objetivos del entregable	1
2	Análisis del estado de las masas de <i>P. halepensis</i> de interés. Composición específica y tipología de masas.	2
2.1	Cualidades de la madera de calidad	2
2.2	Historia del <i>Pinus halepensis</i>	10
2.3	Situación actual respecto a madera del <i>Pinus halepensis</i>	12
3	Selección de masas representativas de calidad de madera	21
3.1	Análisis previos	22
3.2	Masas puras de <i>Pinus halepensis</i>	22
3.3	Gestión de la Generalitat y la Diputación	25
3.4	Volumen con corteza	28
3.5	Pendientes	32
3.6	Cercanía a caminos	35
3.7	Tamaño de parcelas	38
3.8	Selección final de las parcelas	40
4	Acciones de difusión y transferencia	48
5	Conclusiones	54
6	Bibliografía	55

1 Introducción y objetivos del entregable

El objetivo de este entregable describir el análisis de las masas de *Pinus halepensis* de la Comunitat Valenciana, para seleccionar aquellas que tengan pies con alta calidad de madera, sean representativas y así obtener los parámetros y variables necesarias para modelos posteriores.

Para conseguir dicho objetivos se divide el entregable en la descripción de dos tareas, la primera de ellas, Tarea 5.1.- Análisis del estado de las masas de *P. halepensis* de interés. Composición específica y tipología de masas, se basa en analizar las masas forestales de *P. halepensis* de la Comunitat Valenciana centrándose en qué características debe cumplir una masa forestal de esta especie en concreto para conseguir una adecuada calidad de madera. Además de obtener información que pueda tener relación con la calidad de madera de esas masas. De esta manera se consigue conocer las características que describen una masa de pino carrasco con calidad de madera aceptable.

Por otro lado, está la Tarea 5.2. - Selección de masas representativas de calidad de madera. En esta tarea se seleccionan las masas de *Pinus halepensis* donde se pueda encontrar una calidad de madera aceptable, tras un estudio y selección con herramientas SIG y gracias a las aportaciones del proyecto anterior (Woodforest Satellite) a este, que sirven de base y cuyos algoritmos ayudan a determinar las zonas con mayor volumen de este tipo de pino.

2 Análisis del estado de las masas de *P. halepensis* de interés. Composición específica y tipología de masas.

El *Pinus halepensis* conocido comúnmente como pino carrasco es la especie de pino que ocupa una mayor superficie en España y, sin embargo, no se caracteriza por tener un notable aprovechamiento maderero debido a su madera generalmente considerada de baja calidad. El objetivo de este proyecto es revertir esa situación, y demostrar que este pino puede ofrecer madera de calidad y realizar así un aprovechamiento de su madera. Para ello, es necesario una caracterización de las cualidades que debe cumplir la madera para denominarse de calidad, un estudio de la historia de este pino y un análisis de la situación actual de su madera.

2.1 Cualidades de la madera de calidad

La madera de calidad es aquella utilizada para usos generalmente estructurales, por tanto, será de calidad aquella madera que pueda resistir mayores esfuerzos estructuralmente y cuyas piezas puedan formar dimensiones lo suficientemente grandes como para formar estructuras.



Figura 1. Madera para uso estructural de *Pinus halepensis*. Fuente: AIDIMME

EVALUACIÓN DE LAS MASAS DE *P. HALEPENSIS* DE INTERÉS DE LA COMUNITAT VALENCIANA.
REPRESENTACIÓN DE MASAS Y ZONAS SELECCIONADAS

2

La madera, según el CTE (Código Técnico de la Edificación) se diferencia por clases resistentes en función de su resistencia, rigidez y densidad, la clasificación varía desde C14 hasta C50, de menor a mayor prestación:

Tabla E.1 Madera aserrada. Especies de coníferas y chopo. Valores de las propiedades asociadas a cada Clase Resistente

Propiedades		Clase resistente											
Resistencia (característica) en		C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50
- Flexión	$f_{m,k}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50
- Tracción paralela	$f_{t,0,k}$	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30
- Tracción perpendicular	$f_{t,90,k}$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
- Compresión paralela	$f_{c,0,k}$	16	17	18	19	20	22	22	23	25	26	27	29
- Compresión perpendicular	$f_{c,90,k}$	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2
- Cortante	$f_{v,k}$	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Rigidez, en kN/mm²													
- Módulo de elasticidad paralelo medio	$E_{0,medio}$	7	8	9	9,5	10	11	11,5	12	13	14	15	16
- Módulo de elasticidad paralelo 5º-percentil	$E_{0,k}$	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	7,7	8,0	8,7	9,4	10,0	10,7
- Módulo de elasticidad perpendicular medio	$E_{90,medio}$	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37	0,38	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53
- Módulo transversal medio	G_{medio}	0,44	0,50	0,56	0,59	0,63	0,69	0,72	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00
Densidad, en kg/m³													
- Densidad característica	ρ_k	290	310	320	330	340	350	370	380	400	420	440	460
- Densidad media	ρ_{medio}	350	370	380	390	410	420	450	460	480	500	520	550

Figura 2. Valores de las propiedades mecánicas asociadas a cada clase resistente. Fuente: CTE DB SE-M

Para que la madera tenga unos valores altos en esta clasificación, debe de estar libre, en la medida que sea posible, de defectos o singularidades. Sin embargo, la madera es un material natural que crece de forma aleatoria y, por ese motivo, siempre muestra alguna de estas singularidades. Cuando el objetivo es obtener madera de calidad se deben de reducir estas singularidades en las piezas seleccionadas para que la clasificación sea lo más alta posible.

El problema de estas singularidades o defectos es que crean una discontinuidad en la madera que, en caso de esfuerzo, facilita que la rotura se produzca por ese punto y, por ello, su clasificación estructural es menor.

Hay una gran variedad de singularidades o defectos, sin embargo, aquí solo se van a detallar aquellas más comunes en la madera del pino carrasco:

- **Nudos:** son zonas en el tronco donde creció una rama y, posteriormente, se cortó o se rompió, creando de este modo una discontinuidad en la madera. Son una de las singularidades más comunes en la madera y tienen normativa específica a la hora de clasificar la madera de forma visual. Existen dos tipos de nudos, los nudos sanos y los saltadizos.



Figura 3. Nudos en madera de *Pinus halepensis*. Fuente: AIDIMME.



Figura 4. Nudos sanos. Fuente: AIDIMME



Figura 5. Nudo saltadizo. Fuente: AIDIMME

- **Curvatura o conicidad:** este tipo de singularidades se deben al crecimiento no uniforme del árbol, en el primer caso por la búsqueda de luz, competencia, etc., y en el segundo caso por el crecimiento apical y más desarrollado de la zona alta, creando una desigualdad con la base del tronco. Estas singularidades provocan que sea más complicado obtener piezas rectas y alargadas en el corte del tronco o ser más eficaces en ese mismo hecho.



Figura 6. Curvatura de dos ejemplares de *Pinus halepensis*. Fuente: AIDIMME



Figura 7. Conicidad de un ejemplar de *Pinus halepensis*. Fuente: AIDIMME.

- **Fendas:** son roturas locales que se producen en la madera debido generalmente a cambios de humedad, sobre todo en el secado, dentro de la madera, que producen tensiones y generan dichas roturas. Este tipo de roturas también están clasificadas en la normativa para la evaluación visual de la calidad de madera.



Figura 8. Fendas en una viga de madera estructural. Fuente: AIDIMME

Todas estas cualidades son propias de cualquier tipo de pino, pero el *Pinus halepensis* suele presentar más estos defectos, en los siguientes apartados se desarrollan los motivos por los que esta madera tiene dichas singularidades. Además, con este proyecto lo que se quiere conseguir es localizar aquellos pies que tengan el menor número de defectos de este tipo y, por tanto, una madera de calidad.

2.2 Historia del *Pinus halepensis*

Como se explica en el documento “La madera de pino carrasco – ALTIM”, el *Pinus halepensis* tiene las masas actuales muy deterioradas por el efecto antrópico que ha recibido la especie a lo largo de la historia.

Ya en los siglos IV y III a.C. se habla del uso del pino carrasco para construcción civil y naval, así como para fabricar remos, vergas y mástiles.

En el periodo romano el pino carrasco fue uno de los más usados para la construcción naval en el Mediterráneo tanto por tener fustes con curvatura que facilitaban la construcción como por tener las masas localizadas cerca de las costas.

La deforestación y presión sobre las masas naturales de *Pinus halepensis* (en especial en el sureste peninsular) fue muy pronunciada, primero por los cartagineses y después por los romanos. En ese tiempo el pino se utilizaba para madera y para las minas de plomo, cobre y plata dejando un paisaje con montes áridos y estériles como se cita en obras de la época.

En el caso de los pozos de la minería de unos 6 metros de diámetro y hasta 300 de profundidad se necesitaba mucha madera para apuntalar, ya que no se disponía de otro tipo de material, entonces utilizaban la madera de este pino y de la encina. Además de esa madera, se requería también para fundir el metal, por tanto, las cantidades utilizadas en esa época son incalculables.

A principios del siglo V, tras la caída del imperio romano y 600 años de explotación minera, este sector se abandona, dejando masas de pino carrasco muy deterioradas.

En los dos siglos siguientes con la ocupación visigoda se recuperan un poco estas masas, pero dentro de un escenario de aridez y pérdida de suelo, sin poderse recuperar la superficie forestal del bosque mediterráneo.

A continuación, en la época musulmana y con la entrada de la agricultura de regadío recibió por un lado un poco menos de presión. A pesar de ello, existía una necesidad de disponer de flota comercial, lo que implicó de nuevo un desgaste para las masas de pino carrasco. Esa flota comercial surgió de las sierras de Cuenca, Segura, Cazorla, Sierras de Cádiz, Málaga, Granadas, las islas Baleares y los Puertos de Beceite durante los siglos VII a XI. En estas zonas, además, no solo se aprovechó el pino carrasco para madera sino también para la obtención de resina por su excelente capacidad para producir este producto.

Tras este periodo y durante la reconquista se llevó a cabo el cultivo de secano y la ganadería extensiva (creación de cañadas). Este hecho fragmentó y deterioró el paisaje por completo dando lugar a una deforestación muy difícil de revertir. En dicha época se llegó a crear multas para leñadores y carboneros por talas excesivas, pero se llegó tarde y los montes desaparecieron casi por completo.

EVALUACIÓN DE LAS MASAS DE *P. HALEPENSIS* DE INTERÉS DE LA COMUNITAT VALENCIANA.
REPRESENTACIÓN DE MASAS Y ZONAS SELECCIONADAS

10

Siguiendo con la creación de flotas, en este caso, Aragón utiliza la madera para la flota comercial y de guerra obteniendo pino carrasco de la zona Mediterránea.

A partir del siglo XVI es cuando se comienzan a dictar ordenanzas específicas para limitar la obtención de beneficios del pino carrasco (madera, resina, etc.)

Ya en el siglo XVIII con la escasez de pinos tanto para construcción naval como para consumo local se ordena por orden del rey una serie de servicios de vigilancia para evitar ese tipo de deforestaciones. Sin embargo, para entonces el pino carrasco ya tenía poco valor para construcción naval debido al deterioro sufrido anteriormente. A pesar de ello, se seguía utilizando para forrar las embarcaciones de alquitrán o la obtención de carbón.

En el siglo XIX se sigue necesitando producto para la construcción naval y en este caso se utiliza como fuente de energía barata para herrerías, hornos, etc.

Todo este efecto antrópico hace que los pinares de carrasco se asentaran en suelo muy pobres y áridos, con una intensa antropización que dificultó ofrecer una madera similar a la del laricio o del silvestre.

A finales del siglo XIX los ingenieros de la época ya no la tenían en cuenta para construcción civil o naval, sin embargo, aun aprovechándola únicamente para traviesas de ferrocarril, combustible o cajas de embalaje, decían que, en buenas condiciones de suelo y espesura, adquieren un desarrollo normal y regular, ofreciendo un aprovechamiento de madera de sierra similar al de otras especies de pino.

Ya en la mitad del siglo XX ciertos investigadores explican que este pino suele presentar portes tortuosos y sus aplicaciones se limitan a cajerío o traviesas. Sin embargo, destacan que hay rodales en Alicante de este tipo de pino que sirven para madera de carpintería y construcción con unas características físico-mecánicas buenas.

Por todos estos motivos, no se puede caracterizar la madera de pino carrasco como mediocre o de mala calidad ya que ha sido el efecto antrópico el que ha deteriorado sus masas hasta tal punto que la calidad actual en algunas zonas es menor. Sin embargo, en zonas donde el deterioro no ha sido tan acusado siguen existiendo pinos que tienen unas características excelentes para la obtención de madera de calidad.

Además, este proyecto sirve para demostrar esa calidad y dar a entender que, si se realiza una gestión forestal sostenible de los montes, las masas de *Pinus halepensis* pueden mejorar y ofrecer un recurso económico muy interesante.

Este proyecto, también busca localizar esas masas donde no existe ese deterioro y deforestación tan acusada, la estación (suelo, temperatura, humedad, pendiente...) sigue siendo adecuada y, por tanto, en la actualidad aparecen pies de esta especie con una calidad de madera aprovechable.

La historia pasada y la visión actual del *Pinus halepensis* como ya se comenta anteriormente, no es buena, pero en muchas ocasiones no tiene fundamento. Sin embargo, provoca que normativas como CTE (Código Técnico de la Edificación) no la incluyan como especie que cumpla las características para utilizarse en construcción. Esto podría ser un indicador de ser una especie poco adecuada para ese fin, no obstante, la normativa francesa (NF B52-001-1) demuestra que la madera de pino carrasco sí que puede servir para construcción con unos valores buenos respecto a calidad de madera.

	ST I	ST II	ST III	ST IV
Données du groupe des pins	C 30	C 24	C 18	C 14
Résultats pour le Pin d'Alep	(1)	↔ C 27 ↔		C 18
Données intégrées dans la norme pour le pin d'Alep		C 24	C 18	C 14

(1) L'échantillon ne contenait pas suffisamment de planche en ST I pour que les résultats soient statistiquement valables. Mais ils sont très élevés.

Figura 9. Clasificación de la madera de *Pinus halepensis* según la norma NF B52-001-1. Fuente: NF B52-001-1.

Por tanto, en la norma española solo se necesita conocimiento sobre la especie y la calidad de madera que puede aportar para incluirla dentro del grupo de especies adecuadas para madera de calidad en España y así facilitar y promover su aprovechamiento forestal.

2.3 Situación actual respecto a madera del *Pinus halepensis*

En este apartado se explica la situación del *Pinus halepensis* (pino carrasco) en España y en la Comunitat Valenciana en concreto. Teniendo en cuenta su ocupación y existencias para desarrollar su papel en lo que a calidad de madera se refiere.

Todos los datos en relación con superficie y volumen que muestra el anuario de estadística forestal del año 2021 (el más actualizado por el momento) vienen de los inventarios forestales nacionales (en este caso de IFN3-IFN4) lo que significa que los datos son de diferentes fechas (2008 - 2021) según comunidades y no existe una actualización más cercana en el tiempo.

En lo que respecta a los datos se utiliza el IFN4 para Galicia, Comunidad Foral de Navarra, Cantabria, Principado de Asturias, Región de Murcia, Islas Baleares, País Vasco, La Rioja, Comunidad de Madrid, Cataluña, Extremadura, Canarias, Castilla y León y Castilla-La Mancha, y el IFN3 para el resto de las comunidades autónomas.

Este anuario representa en una tabla la superficie que ocupa cada formación arbolada mayoritaria respecto al resto en España.

	Formación arbolada	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Coníferas	Pinar de pino carrasco (<i>P. halepensis</i>)	2.070.959	11
	Pinar de pino albar (<i>P. sylvestris</i>)	1.056.203	5
	Pinar de pino pinaster región mediterránea	814.882	4
	Pinar de pino salgareño (<i>P. nigra</i>)	742.335	4
	Mezclas de coníferas autóctonas	659.875	3
	Pinar de pino piñonero (<i>P. pinea</i>)	438.622	2
	Enebrales y sabinares	380.157	2
	Otros pinares y abetales	193.335	1
Mixtas	Mezclas coníferas y frondosas autóctonas	1.190.911	6
Frondosas	Dehesas	2.828.868	15
	Encinares (<i>Q. ilex</i>)	2.785.315	14
	Mezclas de frondosas autóctonas	1.237.555	6
	Melojares (<i>Q. pyrenaica</i>)	850.218	4
	Otras frondosas dominantes	509.509	3
	Hayedos (<i>Fagus sylvatica</i>)	389.622	2
	Quejigares (<i>Q. faginea</i>)	333.576	2
	Alcornocales (<i>Q. suber</i>)	269.446	1
	Bosque ribereño	268.229	1
	Robledales de <i>Q. robur</i> y/o <i>Q. petraea</i>	247.332	1
	Repoblaciones productoras, que incluye:	1.352.532	7
Otras	Eucaliptales (<i>Eucalyptus spp.</i>)	569.677	42
	Pinares de <i>Pinus radiata</i>	248.155	18
	Pinares de <i>Pinus pinaster</i> en la región biogeográfica atlántica	223.828	17
	Especies de producción en mezcla	179.192	13
	Choperas y plataneras de producción	97.434	7
	Otras repoblaciones productoras	34.246	3
	Otras alóctonas y mezcla de autóctonas con alóctonas	118.329	3

Figura 10. Superficie de las principales formaciones arboladas en España. Fuente: MITECO

El *P. halepensis* es la conífera que más superficie forestal arbolada ocupa en el territorio español, 2,07 millones de ha (11 % del total), solo lo superan en ocupación de superficie las frondosas que componen las dehesas (15 % del total) y los encinares (14 % del total).

Observando los datos anteriores podría establecerse que este pino es el que más recurso maderero ofrece en España, sin embargo, se tiene que analizar las existencias (volumen en m³ que contiene).

Especie forestal	Existencias (m3 c.c.)	% respecto al total de existencias
<i>Pinus sylvestris</i>	173.254.420	15%
<i>Pinus pinaster</i>	166.497.875	14%
<i>Pinus halepensis</i>	89.752.651	8%
<i>Pinus nigra</i>	91.440.078	8%
<i>Quercus ilex</i>	86.159.851	7%
<i>Fagus sylvatica</i>	79.847.864	7%
<i>Eucalyptus globulus</i>	79.724.090	7%
<i>Quercus pyrenaica</i>	57.864.759	5%
<i>Pinus radiata</i>	54.750.960	5%
<i>Quercus robur</i> y <i>Quercus petraea</i>	49.017.594	4%
<i>Castanea sativa</i>	30.603.712	3%
<i>Pinus pinea</i>	27.903.522	2%
Resto de especies	188.271.954	15%
TOTAL	1.175.089.330	100%

Figura 11. Volumen de madera con corteza de las principales especies en España. Fuente: MITECO

Aquí se puede ver que siendo el *P. halepensis* la formación arbolada que ocupa más territorio, queda en el tercer puesto en volumen de existencias con el 8% del total. Esto significa que las formaciones arboladas de *P. halepensis* tienen mucho menos volumen por hectárea que otras especies principales. Por ejemplo, realizando un simple cálculo a partir de los datos de superficie y existencias resulta que el *Pinus sylvestris* contiene de media 164 m³/ha, en cambio, el *P. halepensis* tiene 43 m³/ha.

Estos resultados quieren decir que las formaciones arboladas están en general menos desarrolladas que las de otros tipos de pino, sin embargo, no quiere decir que no puedan ofrecer una madera de calidad, pero se necesita un conocimiento más exhaustivo para poder clasificar

de manera adecuada aquellas zonas que son válidas. No hay que dejar de tener en cuenta que hay 90 millones de m³ en volumen de madera con corteza de *P. halepensis* en España. Este dato sirve para justificar la gran posibilidad de aprovechamiento que ofrece esta especie.

En lo que respecta a las cortas, el anuario forestal expresa los datos de cortas en volumen de madera con corteza por especies, clasificándolo también en una gráfica.

Especies principales	Volumen cortado (m ³ c.c.)
<i>Pinus radiata</i>	4.654.117
<i>Pinus pinaster</i>	2.881.346
<i>Pinus sylvestris</i>	1.398.220
<i>Pinus nigra</i>	515.258
<i>Pinus halepensis</i>	240.140
<i>Pinus pinea</i>	157.122
Otros pinos	202.856
Otras coníferas alóctonas (<i>Chamaecyparis</i> , <i>Larix</i> , <i>Picea</i> , <i>Pseudotsuga</i> , etc.)	81.298
Otras coníferas	63.390

Figura 12. Resultado de cortas de coníferas en volumen con corteza del año 2021 en España. Fuente: MITECO.

Especies principales	Volumen cortado (m ³ c.c.)
<i>Eucalyptus</i> spp.	6.814.174
<i>Populus</i> spp.	466.704
<i>Fagus sylvatica</i>	133.902
<i>Quercus robur</i>	140.671
<i>Castanea sativa</i>	97.878
<i>Quercus rubra</i>	51.185
Otros <i>Quercus</i>	15.656
Otras frondosas alóctonas	16.558
Resto de frondosas	87.426

Figura 13. Resultado de cortas de frondosas en volumen con corteza del año 2021 en España. Fuente: MITECO.

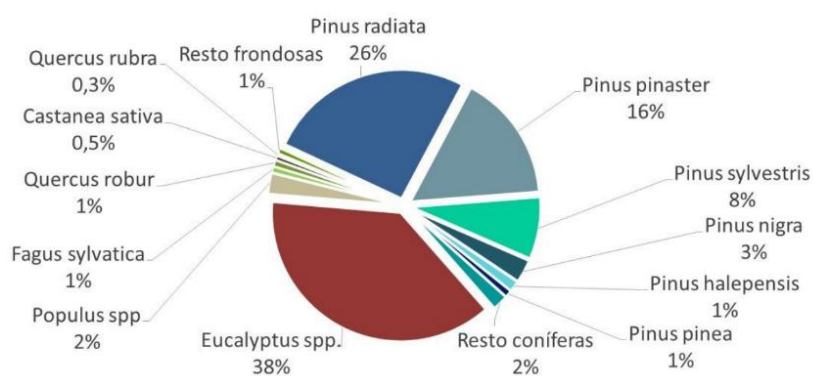


Figura 14. Representación en porcentaje de las cortas por especie respecto al resto en 2021 en España. Fuente: MITECO

EVALUACIÓN DE LAS MASAS DE *P. HALEPENSIS* DE INTERÉS DE LA COMUNITAT VALENCIANA.
REPRESENTACIÓN DE MASAS Y ZONAS SELECCIONADAS

17

Como se puede apreciar, el *Pinus halepensis* siendo la especie con más ocupación territorial dentro de las coníferas y la tercera respecto a todas (coníferas y frondosas) en lo que concierne a las existencias, es una de las que menos aprovechamiento maderero recibe, pues solamente ocupa el 1% de las cortas de madera en el año 2021 (240.140 m3 c.c.) de un total de existencias que están en torno a los 90 millones de m3. Este es un motivo más para promocionar mediante la investigación el conocimiento en el aprovechamiento maderero de esta especie, pues en la actualidad no se está aprovechando el recurso y se acaba perdiendo por incendios, enfermedades, etc.

Todos los datos que se extraen de los inventarios forestales nacionales son estimaciones bastante fiables, pero no al 100 % ya que la metodología usada no se puede llevar a cabo en la totalidad del territorio. Son estimaciones bastante orientativas que son adecuadas para tener una visión de la situación a nivel nacional, pero para un nivel de detalle menor como es el de las masas de *P. halepensis* con calidad de madera de la Comunitat Valenciana se necesitan nuevos métodos que se estudian en este proyecto. Por ello, una vez conocida la situación respecto a la representatividad de superficie, existencias, etc., del *P. halepensis* en el panorama nacional, hay que centrarse en la situación dentro de las masas representativas de *P. halepensis* en la Comunitat Valenciana. Para ello, en el desarrollo de este nuevo proyecto (en sus paquetes de trabajo) y en el contexto del WOODFOREST SATELLITE se analizan los datos que se obtienen de este último para averiguar datos fiables de existencias, superficies y localizaciones de las masas representativas con el modelo producido. Pues, aunque en la red se encuentran algunos datos, no son de todo fiables y les falta precisión para localizar las masas de *P. halepensis* con buena calidad de madera.

Por otro lado, los usos de la madera de *Pinus halepensis* han sido variados a lo largo de la historia, como se explica en el documento “La madera de pino carrasco – AITIM” desde los siglos IV y III a.C hasta la actualidad ha llevado una serie de usos. Se utilizó para hacer barcos, para la extracción de pez por su alto contenido en resina y también se le dio usos estructurales, la problemática vino porque sus poblaciones se esquilmaron. Entonces, las zonas donde se encontraban estos pinos quedaron desiertas y la erosión hizo que perdieran la calidad de estación (suelo, humedad, etc.). A raíz de ello provocó que los pinos que habitaban en esas zonas no podían ofrecer grandes desarrollos debido a las condiciones en las que se encontraban y por eso no ofrecían buena calidad de madera.

En la actualidad ocurre lo mismo ya que se viene heredando esa tendencia, en las zonas más degradadas y difíciles es donde ha proliferado el pino carrasco (por su capacidad de habitar condiciones difíciles) con las implicaciones que eso ha traído (una menor calidad de madera) ya que otras especies de pino no pueden habitar en esas zonas. Por tanto, no significa que el pino carrasco no tenga buena calidad de madera, sino que se deben buscar aquellas zonas donde aparezcan pinos de calidad estudiando nuevos métodos para identificar qué pies ofrecen una buena calidad de madera.

A pesar de todo el uso principal del *Pinus halepensis* es la astilla (el 44%) por falta de conocimiento sobre la calidad de su madera como demuestra la siguiente tabla.

Especie	Destino principal estimado	Porcentaje estimado
CONIFERAS	SIERRA	42%
<i>Pinus radiata</i>	SIERRA	48%
<i>Pinus pinaster</i>	TABLEROS	37%
<i>Pinus sylvestris</i>	SIERRA	49%
<i>Pinus nigra</i>	SIERRA	33%
<i>Pinus halepensis</i>	ASTILLAS	44%
<i>Pinus pinea</i>	SIERRA	41%

Figura 15. Principales destinos de las especies representativas en España en 2021. Fuente: MITECO.

Que el principal destino del *P. halepensis* sea la astilla y no la madera de calidad conlleva que su precio sea menor como se ve en la siguiente tabla donde es más barato que casi cualquier otro pino.

ESPECIE	Propiedad		TOTAL (m³ cc)	Precio CC.AA. (€/m³ cc)		Precios licitación pública (€/m³)
	Pública	Privada		En pie	En cargadero	
<i>Pinus radiata</i>	318.921	4.335.196	4.654.117	26,5	33,7	22,6
<i>Pinus pinaster</i>	533.889	2.347.457	2.881.346	21,7	40,8	18,0
<i>Pinus sylvestris</i>	797.138	601.082	1.398.220	27,7	51,6	17,2
<i>Pinus nigra</i>	295.857	219.401	515.258	21,2	38,2	12,7
<i>Pinus halepensis</i>	44.586	195.554	240.140	19,8	38,9	4,2
<i>Pinus pinea</i>	47.737	109.385	157.122	14,9	36,2	14,6
Otros pinos	119.819	83.037	202.856	17,4	36,9	13,8
Otras coníferas alóctonas	25.886	55.412	81.298	31,8	55,2	18,3
Otras coníferas	52.449	10.940	63.390	26,7	47,0	11,2
TOTAL CONIFERAS	2.236.283	7.957.46	10.193.747	24,6	38,9	16,8
<i>Eucalyptus spp.</i>	204.909	6.609.264	6.814.174	27,0	41,7	24,0

Figura 16. Estimación de precios según especies de pino en España en 2021. Fuente: MITECO.

Esta tendencia de uso y este bajo precio del *P. halepensis* es lo que se espera revertir con este proyecto para que se destine a usos en los que se utilice madera de calidad, así aumentar su precio y que aporte una rentabilidad económica adecuada. Pues como se demuestra con los gráficos anteriores, en la actualidad, existe un extenso recurso que apenas se está utilizando y en los casos en que sí, se destina a astillas u otros destinos que impiden que suba el precio de este producto, todo ellos por falta de conocimiento sobre la especie, lo que puede aportar y la manera de encontrar ese recurso de calidad dentro de montes que en determinadas zonas tienen calidades dispares donde el recurso óptimo es más costoso de encontrar.

3 Selección de masas representativas de calidad de madera

El objetivo de este punto es seleccionar 6 parcelas, 2 en cada provincia de la Comunidad Valenciana, estas masas a elegir deben ser representativas de un monte de *P. halepensis* con una clase de edad ya desarrollada como es el fustal. Pues lo que se busca son parcelas que sean válidas para su inventariado y un posible aprovechamiento forestal en el futuro, para la selección se empleará una metodología típica de un Sistema de Información Geográfico (SIG).

El SIG funciona como una base de datos geográfica (datos alfanuméricos) asociada a los objetos existentes en un mapa digital y dan respuesta a las consultas interactivas, analizando y relacionando diferentes tipos de información con una sola localización geográfica. Esto es, conectando mapas con bases de datos. De esta forma, señalando un objeto se conocen sus atributos, e inversamente, preguntando por un registro de la base de datos se puede saber su localización en la cartografía.

El sistema permite separar la información en diferentes capas temáticas y las almacena independientemente, permitiendo trabajar con ellas de manera rápida y sencilla, y facilitando la posibilidad de relacionar la información existente para la obtención de resultados.

Mediante un software GIS, se determinan las posibles zonas donde colocar las parcelas. La ubicación real final de las parcelas de estudio se determinará en campo a partir de la selección de masas forestales seleccionadas en este apartado ya que da una orientación bastante fiable de donde se encuentran esas masas.

Como se ha comentado anteriormente, el software SIG permite el uso de diferentes capas de información geográfica que permite el análisis de zonas concretas, en nuestro caso, la Comunitat Valenciana. El ámbito de estudio de este proyecto es el forestal, concretamente la selección de parcelas de masas puras de *P. halepensis* en unas condiciones concretas. Para la selección adecuada de estas parcelas se establecen una serie de criterios que deben cumplir las masas forestales:

- Masas puras de *Pinus halepensis*.
- Gestión de la Generalitat y la Diputación.
- Volumen con corteza estimado (datos propios).
- Cercanía a caminos.
- Pendiente.
- Tamaño de parcela.

3.1 Análisis previos

Antes de llevar a cabo el filtrado y selección de masas representativas, se cuenta con la colaboración del grupo de Tecnologías de la Información y la Comunicación contra el Cambio Climático (ICTvsCC) del Instituto ITACA de la Universitat Politècnica de València (UPV) para la realización de un asesoramiento técnico para la selección de pies de calidad representativos de *Pinus halepensis* Mill.

Dentro de los trabajos realizados por el grupo, se encuentran el de selección de nuevas parcelas de interés y la selección de individuos dentro de una parcela (técnica empleada en los pies seleccionados en AIN).

Para la selección y determinación de nuevas parcelas de estudio, se consideraron una serie de características que debían de cumplir las parcelas objeto de estudio a modo de criterios generales de selección de parcelas:

- Una población arbórea de la misma especie (mayor del 90 %), en este caso *Pinus halepensis* (masas puras) con capacidad para aportar madera de calidad.
- Una superficie superior a 1 ha.
- Suficientes ejemplares para cada grupo de edad.
- No afectada (al menos en los últimos años) por perturbaciones o cambios medioambientales importantes (incendios forestales, plagas, daños por nieve...).

En el caso de los pies seleccionados en Ain, se emplean métodos estadísticos basados en investigaciones de diversos autores ampliamente contrastadas, por la que se establece un tamaño mínimo de muestra de 10 individuos por parcela. Finalmente se seleccionan 25 ejemplares de árboles coetáneos, de una misma especie y de un mismo origen y que se encuentran en iguales condiciones de sitio, minimizando, por tanto, la variabilidad que aportarían estos factores.

Una vez realizada la selección de individuos, se llevan a cabo los trabajos de campo descritos en el entregable 6.1 en los que nos acompañan los técnicos de ICTvsCC para realizar los ensayos.

3.2 Masas puras de *Pinus halepensis*

En el contexto de la Comunitat Valenciana (CV), la identificación de las masas forestales representativas se lleva a cabo mediante un análisis meticuloso de la distribución de superficies por especies, con una preferencia por aquellas que exhiben extensiones más significativas. Este proceso se apoya en dos instrumentos clave: el Mapa Forestal Español a escala 1:50.000 (MFE50) y el Plan de Acción Territorial Forestal de la Comunitat Valenciana (PATFOR).

Comentado [CS1]: ¿Qué significa AIN? Es el pueblo de Castellón?

El MFE50, desarrollado en un período comprendido entre los años 1997 y 2006, se erige sobre la base del inventario forestal IFN2. Posteriormente, se actualiza con datos del IFN3 y se proyecta una nueva actualización tras la culminación del IFN4, si bien, en la actualidad, este proceso aún no ha sido implementado en la Comunitat Valenciana. Este instrumento desempeña un papel fundamental al proporcionar una representación cartográfica detallada de las coberturas forestales a nivel nacional.

En contrapartida, el PATFOR, concebido en el año 2013, adopta un enfoque más integral al integrar múltiples fuentes de información. Utiliza datos provenientes del Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo en España (SIOSE) de 2009, así como información derivada de diversas fuentes, como el IFN3 y la cartografía de zonas húmedas y montes de gestión pública.

En lo que respecta a la cuantificación de la superficie ocupada por cada especie forestal, el PATFOR genera una capa shape que refleja la ocupación de suelo forestal. No obstante, esta capa no especifica las especies presentes. Para superar esta limitación, se genera una capa shape adicional centrada en la clasificación de ecosistemas. Para su creación, el MFE50 se emplea para ecosistemas arbolados, mientras que para aquellos no arbolados se recurre al mapa de suelo forestal, elaborado en el marco del SIOSE 2009, entre otros recursos cartográficos.

Es destacable que el PATFOR, aunque comparte información con el MFE50, la amplía con datos adicionales provenientes de diversas fuentes, lo que permite una mayor precisión en la caracterización de los tipos de ecosistemas. Esta información resulta de particular relevancia para determinar la superficie ocupada por cada especie en la CV.

En el marco de esta estrategia, la capa de ecosistemas del PATFOR se convierte en un recurso clave, proporcionando detalles específicos sobre la superficie ocupada por cada especie, así como su porcentaje de ocupación y otros datos relevantes. Además, una vez se ha seleccionado la capa que representa la superficie ocupada por las masas arboladas de *Pinus halepensis*, se accede a una tabla de atributos vinculada, la cual ofrece un conjunto de características detalladas. Es importante subrayar que tanto la información de localización como los atributos de esta tabla se derivan del PATFOR, que a su vez obtiene datos del Instituto Forestal Nacional (IFN) y otras fuentes pertinentes. Este enfoque integral garantiza una representación detallada y completa de las características de las masas forestales en la Comunitat Valenciana.

Todos estos atributos son accesibles mediante el sistema SIG empleado, y permite interactuar con la capa shape anteriormente nombrada y analizar los atributos que ofrece. En concreto el atributo de ocupación en porcentaje de *P. halepensis* en cada una de las parcelas en las que está distribuido la capa de masas forestales del PATFOR. En base a la ocupación específica de la especie, el atributo proporciona una clasificación de las masas en tres categorías: masa pura, secundaria o mixta.

En este contexto, el foco recae en las masas puras, dado que, al comparar los datos satelitales con los datos de campo, es crucial que las masas representativas identifiquen exclusivamente, en la medida de lo posible, aquellas parcelas que contengan *P. halepensis*.

Por lo tanto, el siguiente paso implica la creación de una nueva capa shape que contenga únicamente las masas puras de *P. halepensis*, partiendo de la capa que representa la superficie total ocupada por *P. halepensis*. El resultado es una capa shape compuesta por parcelas que albergan exclusivamente masas puras de *P. halepensis*, abarcando una extensión total de 369.295 hectáreas.

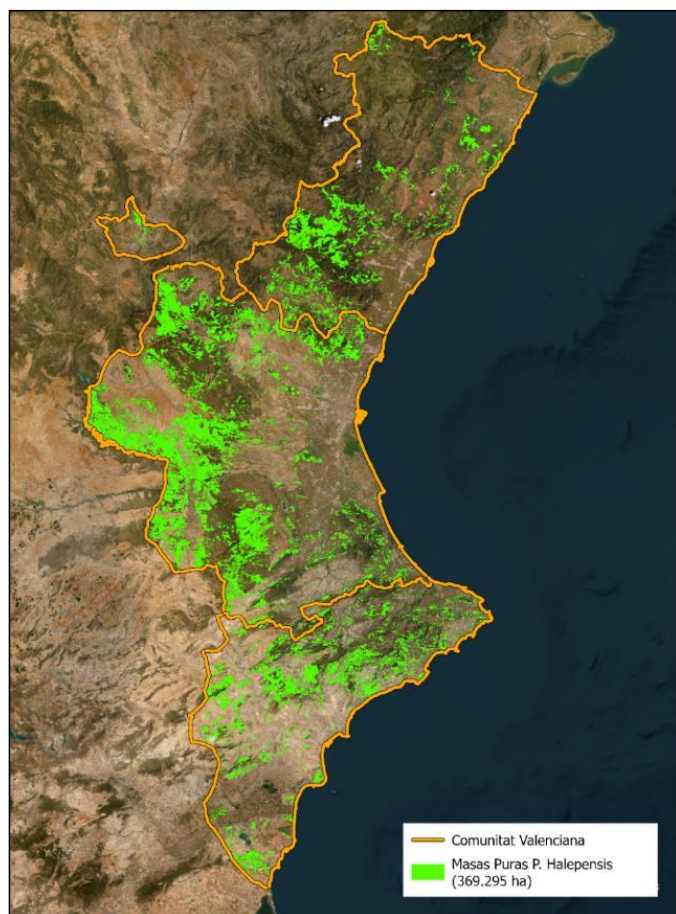


Figura 17. Superficie ocupada por masas arboladas puras de *Pinus halepensis* en la CV.

3.3 Gestión de la Generalitat y la Diputación

La propiedad de las parcelas constituye un factor fundamental, dado que la investigación debe llevarse a cabo en aquellas parcelas que posean titularidad pública, facilitando así el desarrollo del estudio. Existen diversas parcelas en la capa que pertenecen a diferentes entidades, como

EVALUACIÓN DE LAS MASAS DE *P. HALEPENSIS* DE INTERÉS DE LA COMUNITAT VALENCIANA.
REPRESENTACIÓN DE MASAS Y ZONAS SELECCIONADAS

25

ayuntamientos, particulares y la confederación, se ha tomado la decisión de incluir exclusivamente aquellas que son propiedad de la Generalitat y la Diputación. Esta elección se fundamenta en la facilitación del contacto y la garantía del uso de dichas parcelas para fines de investigación.

Una vez identificada la capa shape que representa las parcelas con la posibilidad de llevar a cabo la investigación basada en su propiedad, el siguiente paso implica la intersección de estas parcelas con aquellas que contienen masas puras de *Pinus halepensis*. Este proceso permite determinar las masas puras que se encuentran en parcelas con la posibilidad de investigación por su propiedad, pertenecientes a la Generalitat y la Diputación. Como resultado, se obtiene una extensión total de 33.975 hectáreas correspondientes a las masas puras de *P. halepensis* en estas parcelas específicas.



Figura 187. Masas puras de *Pinus halepensis* gestionadas por la Generalitat o la Diputación

3.4 Volumen con corteza

Otro criterio de selección fundamental para la selección de las parcelas es el volumen de masa forestal de *P. halepensis* disponible para la extracción. Esta información está descrita en el PATFOR como posibilidad de extracción ($\text{m}^3/\text{ha}/\text{año}$), y se refiere a la cantidad de madera que se puede extraer del monte sin comprometer la capacidad productiva de este. Esta información disponible de PATFOR es elaborada a través de la información generada en el IFN3 para cada una de las especies forestales.

Aunque el atributo de posibilidad de extracción es un buen indicativo de la cantidad de madera presente en cada una de las masas forestales, este proyecto tiene a su disposición los resultados generados por el proyecto WOODFOREST SATELLITE, uno de los resultados obtenidos en este proyecto son ecuaciones para la predicción de volumen con corteza (VCC) de las masas de *P. halepensis* en la Comunitat Valenciana. Estas ecuaciones emplean datos satelitales, concretamente índices de vegetación calculados a partir del satélite Sentinel 2 del programa Copernicus.

A partir, de imágenes satelitales del Sentinel 2 de la Comunitat Valenciana, las masas forestales puras de *P. halepensis* gestionadas por la Generalitat y la Diputación y la ecuación obtenida del proyecto WOODFOREST SATELLITE se obtiene el VCC en m^3 por hectárea para cada uno de los píxeles de 10 x10 metros que constituyen las masas forestales. Cabe añadir que, al aplicar la fórmula para la obtención del volumen, únicamente el valor obtenido es correcto si la superficie donde ha sido aplicada la fórmula corresponde a masas forestales puras de *P. halepensis*, ya que, la fórmula ha sido obtenida mediante un estudio exhaustivo de parcelas de masas puras de *P. halepensis*, y por tanto cualquier valor de VCC otras zonas puede llevar a error.

El valor de VCC, al ser un valor por píxel continuo resulta un poco complejo localizar visualmente y de forma sencilla la distribución de las zonas con mayor concentración de masa forestal, por lo tanto, se ha decidido realizar una agrupación en 5 conjuntos o niveles de VCC, aquellos menores de $50 \text{ m}^3/\text{ha}$, entre 50 y $100 \text{ m}^3/\text{ha}$, entre 100 y $150 \text{ m}^3/\text{ha}$, entre 150 y $200 \text{ m}^3/\text{ha}$ y mayores de $200 \text{ m}^3/\text{ha}$.

Se ha decidido seleccionar las masas forestales de más de $100 \text{ m}^3/\text{ha}$ (grupos 3, 4 y 5) como criterio mínimo.

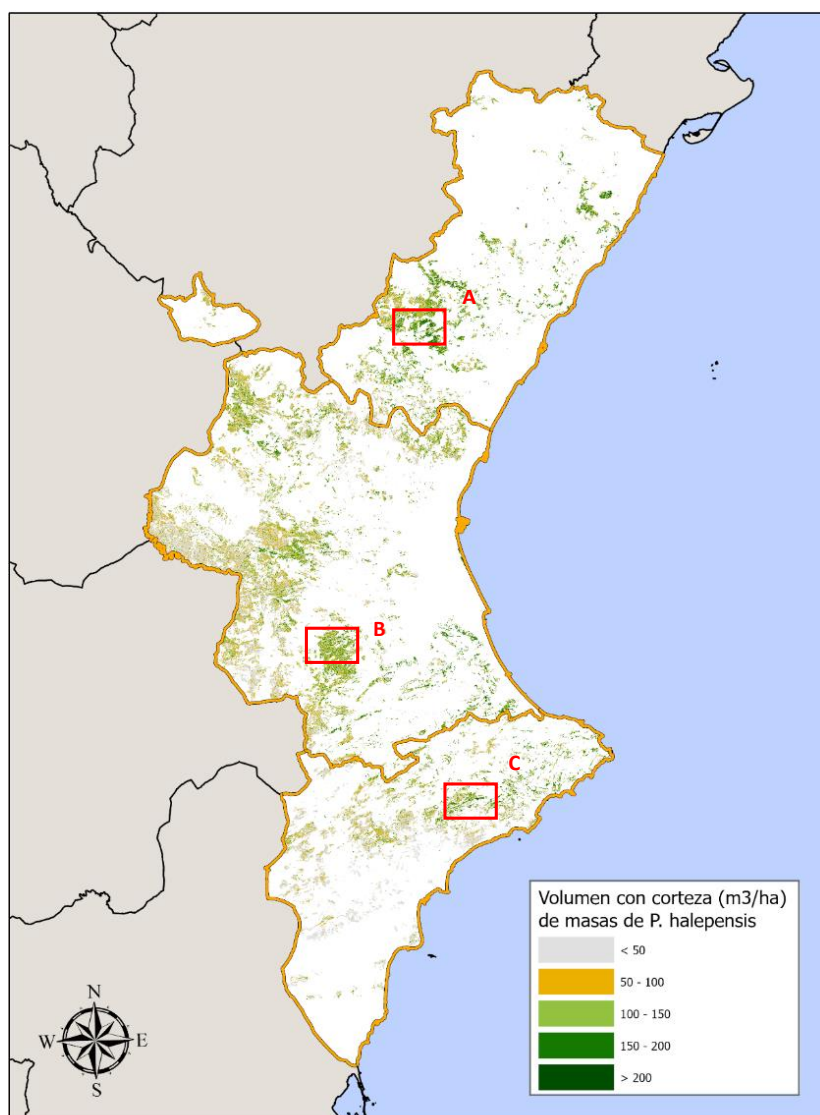
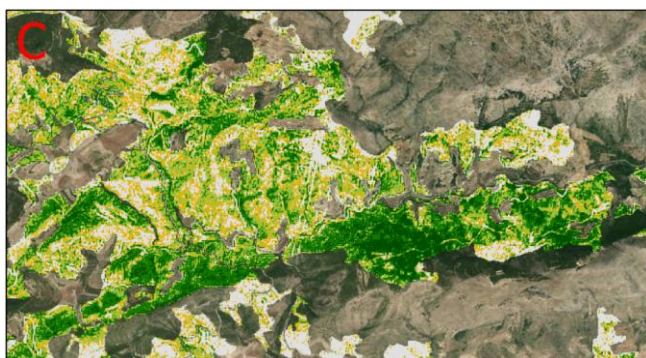
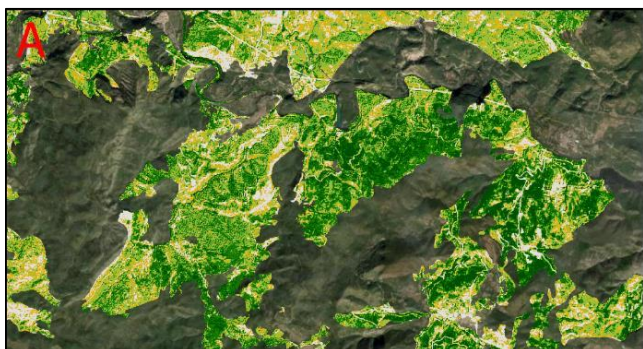


Figura 19. Masas puras de *Pinus halepensis* clasificadas por el Volumen con corteza VCC obtenido.

EVALUACIÓN DE LAS MASAS DE *P. HALEPENSIS* DE INTERÉS DE LA COMUNITAT VALENCINAA.
REPRESENTACIÓN DE MASAS Y ZONAS SELECCIONADAS

29



EVALUACIÓN DE LAS MASAS DE *P. halepensis* DE INTERÉS DE LA COMUNITAT VALENCIANA.
REPRESENTACIÓN DE MASAS Y ZONAS SELECCIONADAS

30



Figura 20. Masas puras de *Pinus halepensis* clasificadas por el Volumen con corteza VCC obtenido en montes gestionados por la Generalitat y Diputación.

3.5 Pendientes

Al considerar la elección de parcelas, otro factor crucial es la pendiente del terreno. Aquellas áreas con una elevada pendiente o fuertemente escarpadas presentan desafíos tanto para la realización de mediciones como para la viabilidad de actividades madereras. Por esta razón, se priorizan parcelas con una pendiente inferior al 25%.

Las pendientes del terreno se extraen de los Modelos Digitales del Terreno (MDT). Sin embargo, la principal limitación radica en que estas capas resultan pesadas para su manipulación, especialmente al trabajar a nivel de la Comunitat Valenciana en su totalidad. No obstante, el Institut Cartogràfic Valencià (ICV) proporciona una capa en formato ráster que muestra las pendientes en rangos del 25 al 30%, del 30 al 50%, y más del 50%. Esta capa sirve como base para el estudio de las parcelas, aunque requiere ser transformada a formato vectorial (polígono) para integrarse con las capas obtenidas en los pasos previos.

Una vez convertida a formato vectorial, disponemos de un polígono separado en las tres categorías de porcentaje de pendientes nombradas anteriormente. El criterio de filtrado empleado es de parcelas con un porcentaje menor a 25%, por lo tanto, el procedimiento a ejecutar es una diferencia, es decir, que las parcelas de *P. halepensis* no coincida con ningún polígono de la capa de pendientes, ya que esto sería indicativo de pertenecer a alguna de las categorías de pendientes (mayores a 25%).

Finalmente, obtenemos una capa de masas forestales puras de *P. halepensis* con un VCC mayor a 100 m³/ha y tiene una pendiente menor del 25%.

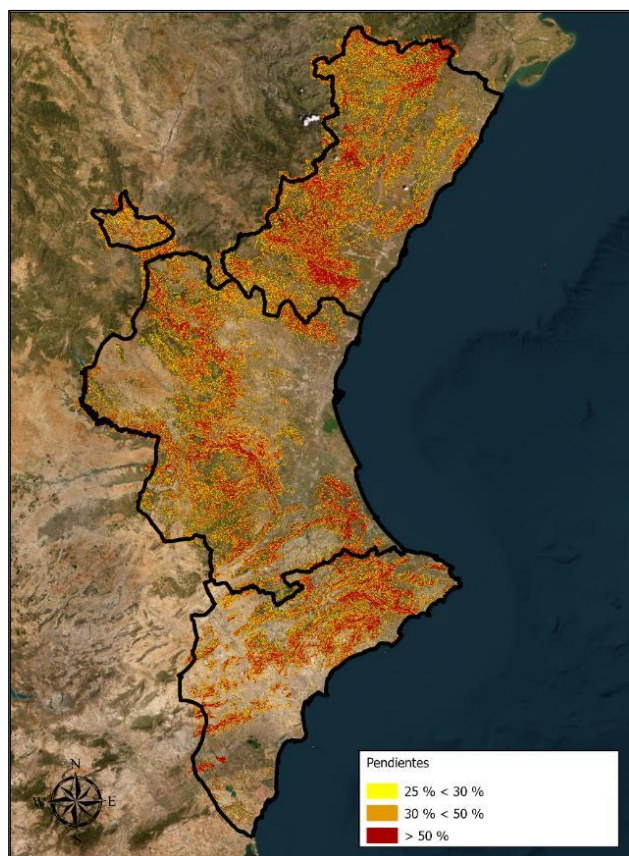


Figura 21. Pendientes Comunitat Valenciana



Figura 22. Parcelas puras de *P. halepensis* con pendiente menor del 25%

3.6 Cercanía a caminos

La selección de parcelas de estudio requiere considerar la distancia a los caminos, ya que un acceso demasiado lejano puede resultar en pérdida de tiempo y eficiencia. Además, para asegurar la aplicabilidad del modelo, las parcelas deben permitir una extracción de madera de manera eficiente. Para obtener información sobre las redes de transporte en las provincias de Castellón, Valencia y Alicante, el centro de descargas del CNIG tiene disponible la descarga libre de información geográfica referente a las redes de transporte de la Comunitat Valenciana.

En el proceso de análisis de las capas geoespaciales de transporte, se identifica una saturación de información que abarca calles, carreteras, caminos, autovías y senderos. Para mejorar la utilidad, se realiza una depuración y filtrado de la información. Específicamente, se selecciona la capa correspondiente a los caminos y carreteras.

Para realizar esta selección, se procede a retener únicamente los atributos, de la capa de vías de transporte, del campo "tipo_VialID" correspondientes a "CAMI", "carretera" y "Vial camino", excluyendo los demás. Este procedimiento se repite para las tres provincias. Posteriormente, se fusionan las capas de caminos de Castellón y Valencia, seguido por la incorporación de la capa de Alicante, generando así una única capa que representa los caminos de la Comunitat Valenciana. Este enfoque simplificado facilita el procesamiento y análisis conjunto de los caminos.

A partir de este punto, se seleccionan las parcelas que se encuentran a una distancia menor de 200 metros de los caminos. Para ello, el software SIG permite el procesado de capa vectorial de caminos mediante la generación de un área de influencia de 200 metros en la totalidad de la capa, esto crea un polígono que cubre una distancia de 200 metros alrededor de todos los caminos de la comunidad. Las parcelas válidas son aquellas que comparte espacio con dicho polígono.

El siguiente paso es, realizar la intersección entre las parcelas previamente obtenidas de *Pinus halepensis* con un VCC mayor a 100 m³/ha y los polígonos que se forman a 200 metros de los caminos. El resultado final al finalizar este proceso es una capa de masas forestales puras de *P. halepensis* con VCC mayor a 100 m³/ha con pendientes menores a un 25% y que se encuentran a una distancia de caminos menor a 200 metros.



Figura 23. Caminos y carreteras de la C.V.



Figura 24. Parcelas puras de *P. halepensis* a menos de 200 metros de caminos o carreteras

3.7 Tamaño de parcelas

Después de aplicar todos los criterios anteriores, el polígono de *Pinus halepensis* resultante es irregular y presenta zonas aisladas de muy poca superficie. Estos polígonos generados no son adecuados para la colocación de las parcelas de estudio, ya que quedan aisladas y nos son muy representativas. Para solucionar esta cuestión, se toma la decisión de excluir aquellos polígonos con una superficie menor a una hectárea.

Este proceso resulta sencillo de realizar en un SIG, debido a que, en este tipo de software, una de las principales ventajas es la georreferenciación de las capas, es decir, todos y cada uno de los polígonos generados presentan coordenadas ETRS98 reales, por lo tanto, se puede calcular la superficie real de cada uno de los polígonos y filtrarlos por tamaño.

Finalmente, se obtiene una superficie total disponible para la selección en campo de las parcelas de estudio de 1.239 ha.



Figura 25. Parcelas puras de *Pinus halepensis* mayores de 1 ha

3.8 Selección final de las parcelas

En resumen, la extensión de 1.239 hectáreas de *Pinus halepensis* que se ha obtenido cumple con una serie de criterios específicos que a su vez se encuentran dentro de los objetivos generales detallados en el punto 3.1. de este mismo entregable.

- Se compone de masas arboladas puras de *P. halepensis*.
- Está ubicada en montes gestionados por la Generalitat y la Diputación.
- Presenta un volumen con corteza superior a 100 m³/ha.
- Exhibe una pendiente menor al 25%.
- Se encuentra a menos de 200 metros de una carretera o camino.
- Tiene una superficie mínima de 1 hectárea

El objetivo principal de este proceso es identificar grandes áreas homogéneas que cumplan con los criterios mencionados anteriormente, con el fin de establecer 6 parcelas (2 por provincia) de 15 metros de radio en cada una. Es importante destacar que las parcelas actuales, conformadas por polígonos irregulares, no son las finales, sino las zonas donde se ubicarán las parcelas circulares de 15 metros de radio.

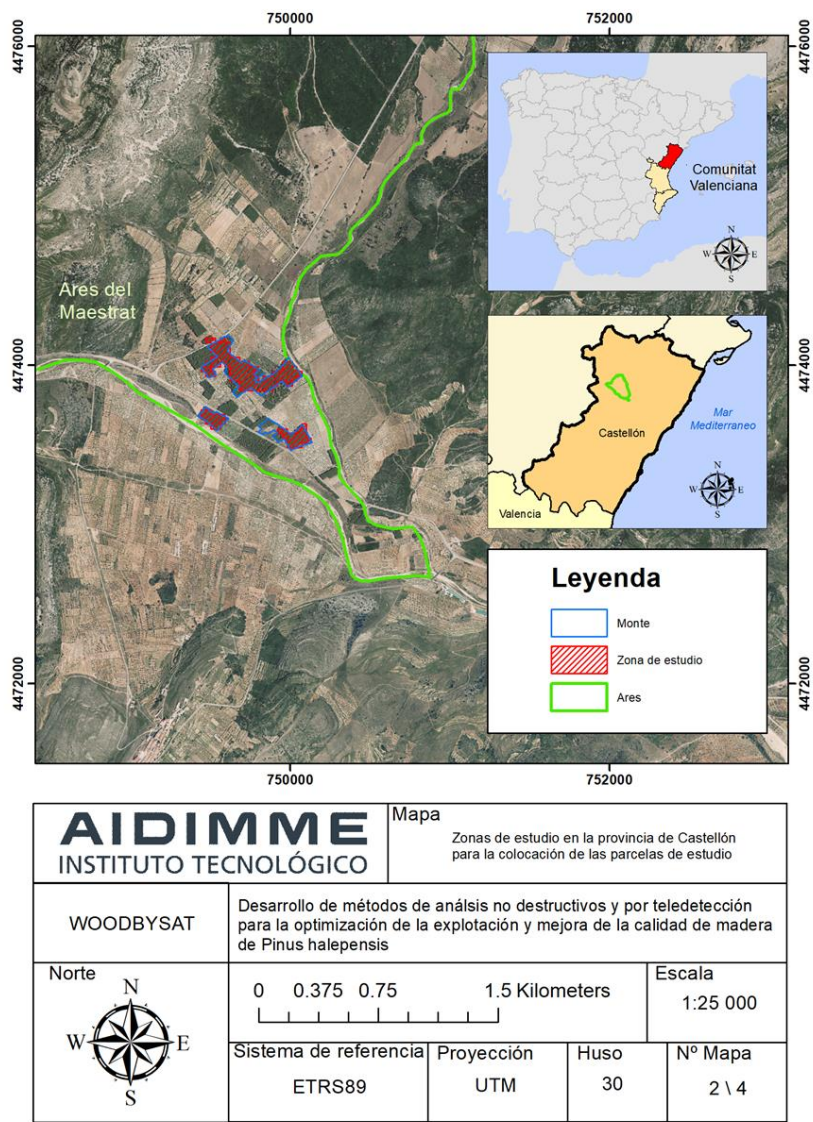
Se prioriza la selección de aquellas con mayor superficie inicialmente, para facilitar la disposición de las parcelas más pequeñas en etapas posteriores. Después de identificar las parcelas más extensas en cada provincia, se analizan para garantizar su separación entre sí y se verifica a través de imágenes satelitales si cumplen con las características de estudio, como masas puras y la presencia de caminos. Es importante tener en cuenta que este análisis es preliminar, ya que algunas características pueden no ser evidentes desde la vista satelital. La ubicación precisa se determinará durante las visitas de campo subsiguientes, cuyos resultados se reflejarán en entregables posteriores.

En las figuras 26, 27 y 28 se muestra una comparativa de las zonas seleccionadas frente a la variable más importante a la hora de determinar la importancia de la parcela, el VCC. Como se ha comentado en su apartado correspondiente el VCC, es una imagen ráster de tamaño de pixel de 10 metros que indica el volumen de madera en m³/ha. En estas figuras comparativas se muestra a la izquierda la ortofoto de 2023 y a la derecha el producto VCC generado. Se puede observar las coincidencias en las agrupaciones forestales en la ortofoto y las zonas que presentan mayores concentraciones de madera en el producto VCC.



AIDIMME INSTITUTO TECNOLÓGICO		Mapa Zonas de estudio seleccionadas para la colocación de las 6 parcelas de estudio	
WOODBYSAT		Desarrollo de métodos de análisis no destructivos y por teledetección para la optimización de la explotación y mejora de la calidad de madera de <i>Pinus halepensis</i>	
Norte 		Escala 1:2 000 000	
Sistema de referencia ETRS89		Proyección UTM	Huso 30
		Nº Mapa 1 \ 4	

EVALUACIÓN DE LAS MASAS DE *P. HALEPENSIS* DE INTERÉS DE LA COMUNITAT VALENCIANA.
REPRESENTACIÓN DE MASAS Y ZONAS SELECCIONADAS



EVALUACIÓN DE LAS MASAS DE *P. HALEPENSIS* DE INTERÉS DE LA COMUNITAT VALENCIANA.
REPRESENTACIÓN DE MASAS Y ZONAS SELECCIONADAS

42

Ortofotografía de la zona de estudio Mapa de VCC de la zona de estudio

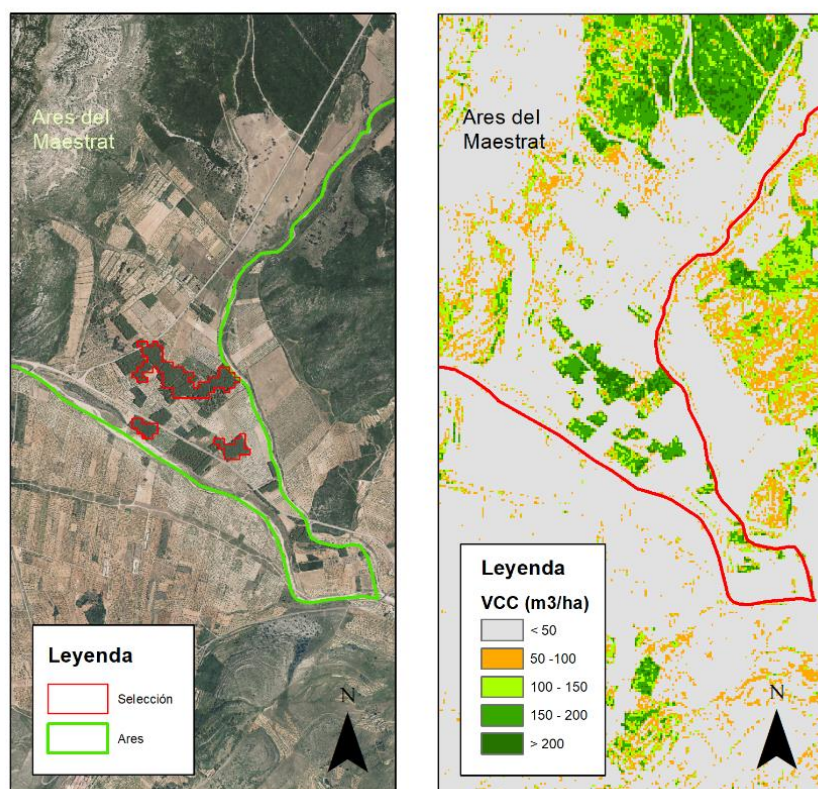
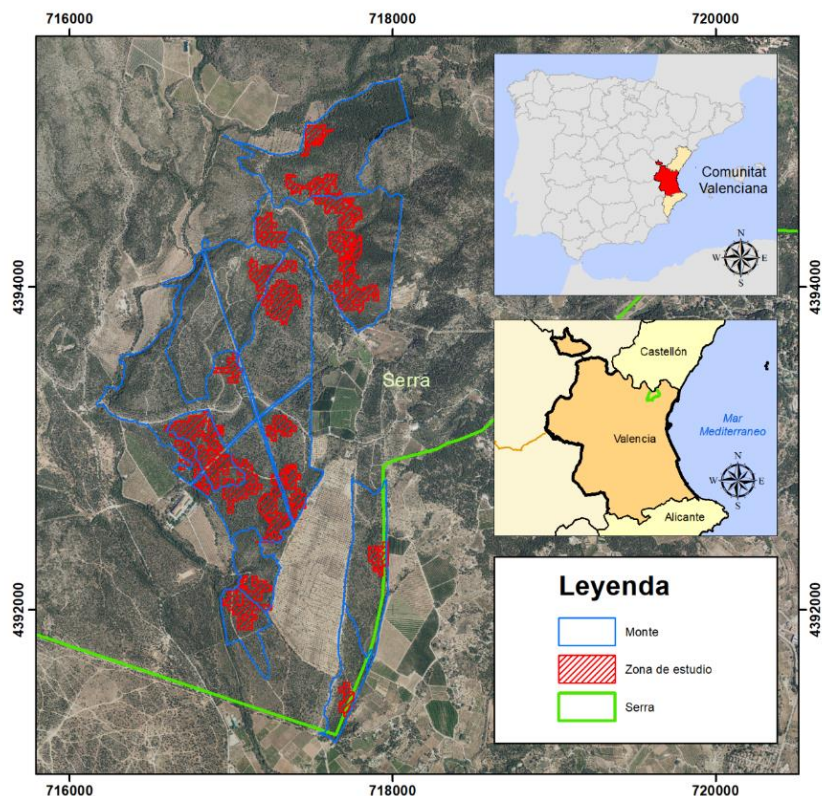
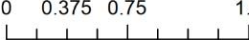


Figura 266. Comparativa de las parcelas seleccionadas entre la ortofoto actual (izquierda) y el producto VCC generado (derecha). Ares del Maestrat (Castellón)

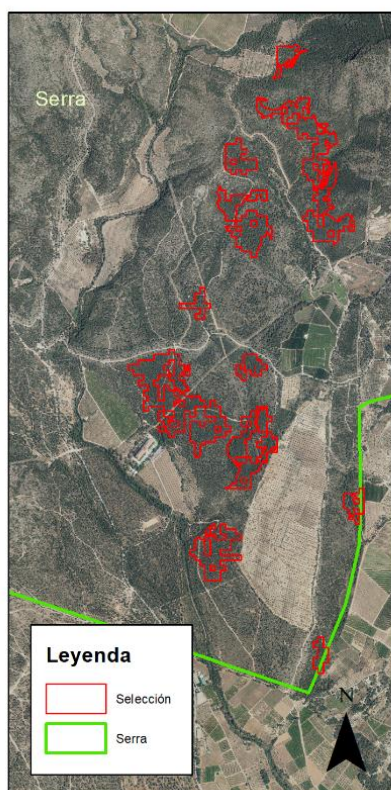


AIDIMME INSTITUTO TECNOLÓGICO		Mapa Zonas de estudio en la provincia de Valencia para la colocación de las parcelas de estudio	
WOODBYSAT	Desarrollo de métodos de análisis no destructivos y por teledetección para la optimización de la explotación y mejora de la calidad de madera de <i>Pinus halepensis</i>		
			Escala 1:25 000
	Sistema de referencia ETRS89	Proyección UTM	Huso 30
		Nº Mapa 3 \ 4	

EVALUACIÓN DE LAS MASAS DE *P. HALEPENSIS* DE INTERÉS DE LA COMUNITAT VALENCIANA.
REPRESENTACIÓN DE MASAS Y ZONAS SELECCIONADAS

44

OrtofotototPNOA de la zona de estudio



Mapa de VCC de la zona de estudio

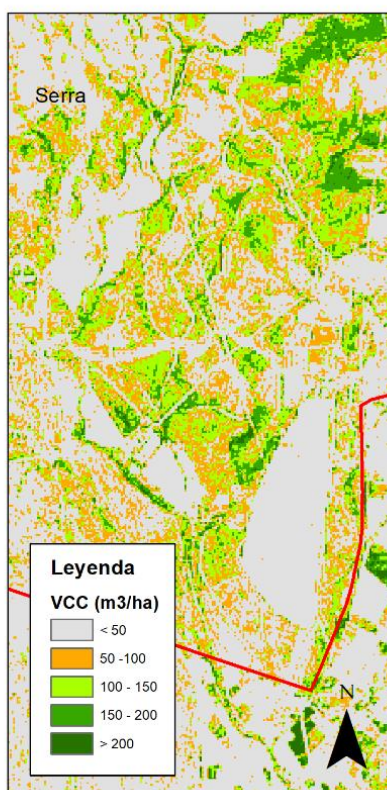
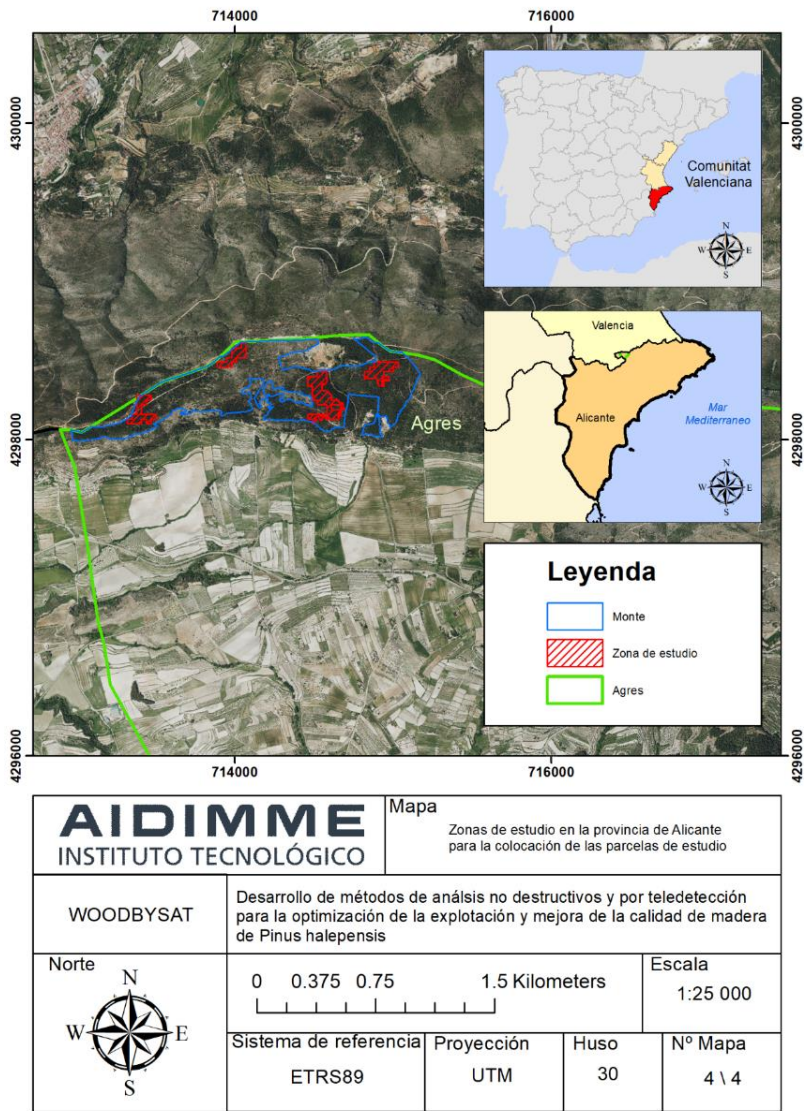
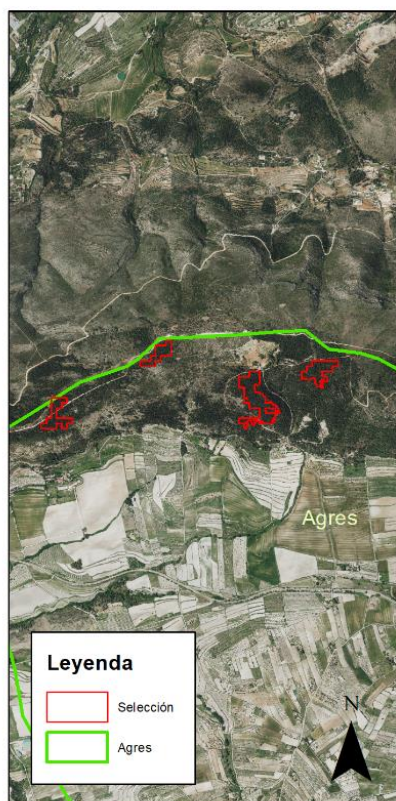


Figura 27. Comparativa de las parcelas seleccionadas entre la ortofoto actual (izquierda) y el producto VCC generado (derecha). Serra (Valencia)



EVALUACIÓN DE LAS MASAS DE *P. HALEPENSIS* DE INTERÉS DE LA COMUNITAT VALENCIANA.
REPRESENTACIÓN DE MASAS Y ZONAS SELECCIONADAS

Ortofototopografía de la zona de estudio



Mapa de VCC de la zona de estudio

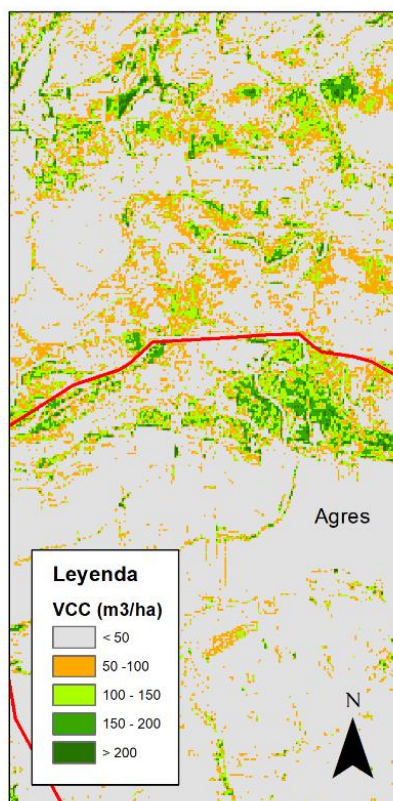


Figura 28. Comparativa de las parcelas seleccionadas entre la ortofoto actual (izquierda) y el producto VCC generado (derecha). Agres (Alicante)

4 Acciones de difusión y transferencia

Durante el desarrollo del paquete de trabajo correspondiente a este entregable, se han realizado diversas reuniones con las empresas colaboradoras.

Dentro de este entregable se ha desarrollado la tarea 5.1 “Análisis del estado de las masas de *Pinus halepensis* de interés. Composición específica y tipos de masas” y la tarea 5.2 “Selección de masas representativas de calidad de madera”

Dentro de estas tareas han colaborado las empresas

- OFFSET TRAIL

La empresa OFFSET TRAIL colabora con la tarea 5.1. En esta tarea, los técnicos de OFFSET TRAIL, explican a los técnicos de AIDIMME que técnicas y que valoración hacen ellos de las masas de *Pinus halepensis*, especificando en que zonas ven ellos un mayor potencial de explotación y aprovechamiento y por el contrario que zonas podrían llegar a dar un buen aprovechamiento si se llevara a cabo una gestión forestal sobre las masas.

Indican que ven una relación directa entre los trabajos de investigación realizados por AIDIMME con futuros servicios y trabajos que se pueden ofrecer a los propietarios públicos y privados de parcelas susceptibles de explotación y aprovechamiento forestal.



Figura 29. Visita de campo con los técnicos de AIDIMME y OFFSET TRAIL.

- SERVICIOS FORESTALES ESTEBAN

La empresa SERVICIOS FORESTALES ESTEBAN colabora con la tarea 5.1. y 5.2. En las reuniones realizadas con la empresa, los responsables de Servicios Forestales Estaban, explican a los técnicos de AIDIMME los usos y destinos que tiene la madera de *Pinus halepensis* en las parcelas y servicios que ellos gestionen. Indican que, a pesar de encontrar pies y parcelas con calidad para un aprovechamiento maderero, el destino final de la madera extraída es para leñas y astilla, desaprovechándose un recurso que podrá tener un valor mucho mayor.

Al mismo tiempo indican cual es el estado general de las masas de *Pinus halepensis*, indicando que en términos generales se necesita de una mayor gestión y tratamientos selvícolas para obtener masas de mayor calidad para su aprovechamiento maderero.

- CONTRACHAPADOS LUBADI

La empresa CONTRACHAPADOS LUBADI colabora con la tarea 5.1. En la reunión realizada en las instalaciones de Lubadi, los técnicos de AIDIMME le enseñan muestras de madera obtenidas de masas representativas de *Pinus halepensis* a fin de valorar si las parcelas objeto de estudio prestan una calidad de madera suficiente para la industria.

En dicha reunión los representantes de Lubadi indican que aspectos de estas muestras son buenos para su aprovechamiento y que aspectos son limitantes tanto a nivel estético como técnico.

- TABLEROS FOLGADO

La empresa TABLEROS FOLGADO colabora con la tarea 5.1. En la reunión realizada en las instalaciones de Folgado, los técnicos de AIDIMME le enseñan muestras de madera obtenidas de masas representativas de *Pinus halepensis* a fin de valorar si las parcelas objeto de estudio prestan una calidad de madera suficiente para la industria.

Durante la reunión los técnicos de Folgado muestran gran interés por las muestras obtenidas, indicando que la calidad que presentan cumpliría con los estándares que emplean. Y que disponer de madera de calidad de cercanía es muy interesante.

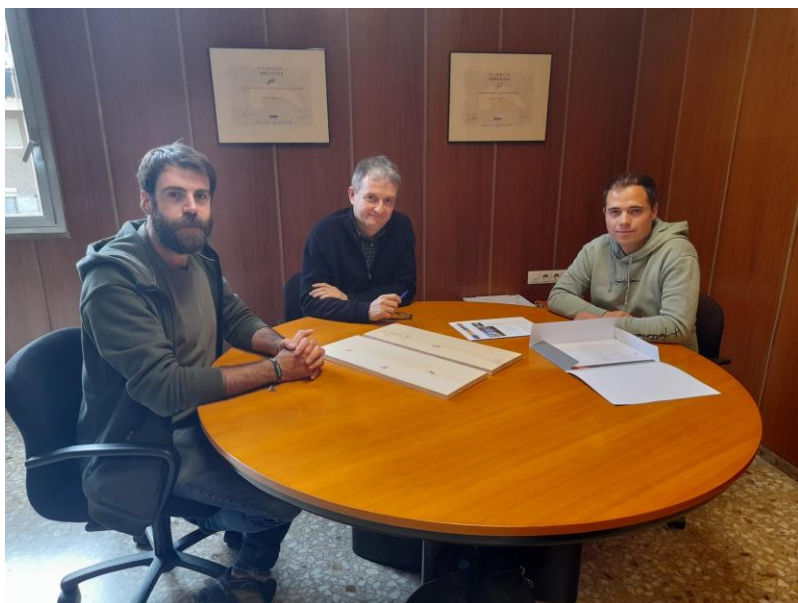


Figura 30. Reunión con tableros Folgado.

- TABLEROS PICO

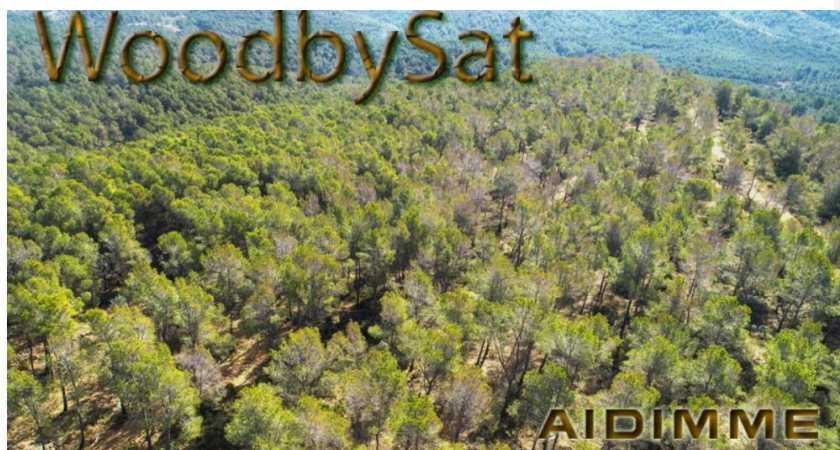
La empresa TABLEROS PICO colabora con la tarea 5.1. En la reunión realizada en las instalaciones de Folgado, los técnicos de AIDIMME le enseñan muestras de madera obtenidas de masas representativas de *Pinus halepensis* a fin de valorar si las parcelas objeto de estudio prestan una calidad de madera suficiente para la industria.

Durante la reunión se comparan las muestras obtenidas de masas de interés con muestras que emplea la empresa en sus procesos de fabricación y se determina que la calidad obtenida les permitiría disponer tanto de chapa a la plana decorativa como de chapa por desenrollo para la fabricación de tableros.



Figura 31.comparativa de muestras con tableros Pico.

Además de las reuniones con empresas, se han llevado a cabo diversas acciones de difusión y transferencia. Entre ellas se encuentra la publicación en AIDIMME informa.



Biomateriales Boletín #198 Energía, agua y medio ambiente Hábitat y edificación Materiales

WoodbySat promueve el uso maderable de 500 mil hectáreas de Pinus halepensis en la Comunitat con END y teledetección

Figura 32. Publicación en aidimmeinforma. <https://actualidad.aidimme.es/2024/06/07/woodbysat-promueve-el-uso-maderable-de-500-mil-hectareas-de-pinus-halepensis-en-la-comunitat-con-end-y-teledeteccion/>

5 Conclusiones

- El *Pinus halepensis* es la especie de pino que ocupa mayor superficie en España y, sin embargo, su madera es considerada de baja calidad. Gracias a este proyecto y con el estudio de su madera, se demostrará lo contrario.
- La madera tiene defectos como nudos, fendas, curvaturas o conicidad que disminuyen la calidad de la madera y, por ello, habrá que fijarse en ellos en la toma de datos de campo.
La madera de pino carrasco no se puede caracterizar como mediocre o de mala calidad ya que ha sido el efecto antrópico el que ha deteriorado sus masas hasta tal punto que la calidad actual en algunas zonas es menor. Sin embargo, en zonas donde el deterioro no ha sido tan acusado siguen existiendo pinos que tienen unas características excelentes para la obtención de madera de calidad.
- El *Pinus halepensis* ocupa en España 2.070.959 ha (el 11 % del total) y tiene unas existencias en volumen de 89.752.651 m³ (el 7 % del total). Sin embargo, solo se ha realizado aprovechamiento (en 2021, último año de datos) de 240.140 m³, siendo su principal uso (44 %) para astilla y con un precio de los más bajos (en pie 19,8 €/m³, en cargadero 38,9 €/m³, en licitación pública 4,2 €/m³).
- El punto anterior demuestra la capacidad de recurso que ofrece el pino carrasco, lo poco que se está aprovechando y el precio bajo que tiene. Todo ello viene derivado de un desconocimiento de la calidad de madera que puede ofrecer este pino y cómo localiza esa madera. Con el proyecto WOODBYSAT se conseguirá encontrar aquellos pinos que son mejores, demostrar su calidad, que aumente el precio y abrir una oportunidad a las empresas para que exploten un producto que en estos momentos se está perdiendo (incendios, enfermedades, sequías...) por no aprovecharlo y gestionarlo.
- El estudio que se lleva a cabo a través de herramientas GIS para localizar posibles zonas donde encontrar madera de calidad de *Pinus halepensis* en la Comunitat Valenciana, logra el resultado de localizar una zona por provincia en Ares, Serra y Agres. En estas zonas se localizarán 2 parcelas por zona y así se logrará tener 6 parcelas nuevas de estudio donde el estudio comenzará de cero.
- El estudio GIS tiene en cuenta un conjunto de variables que van filtrando la superficie del mapa hasta llegar a un conjunto de parcelas que cumplen con todas las características, estas son:
 - Masas puras de *Pinus halepensis*.
 - Gestión de la Generalitat y la Diputación.
 - Volumen con corteza.
 - Pendientes.
 - Cercanía a caminos.
 - Tamaño de parcelas.
 - Selección de las parcelas más interesantes.

6 Bibliografía

- INFORMADERA. “La madera de pino carrasco – AITIM”. Boletín de información técnica Nº 201. https://infomadera.net/uploads/articulos/archivo_3732_11889.pdf

Normativa

- CTE DB SE-M. Código Técnico de la Edificación Documento Básico de Seguridad Estructural en Madera.
- NF B52-001-1 Regulations governing the use of timber in structure - Visual classification for the use of softwood and hardwood species in structures - Part 1 : massive wood.

AIDIMME

INSTITUTO TECNOLÓGICO

Domicilio fiscal —

C/ Benjamín Franklin 13. (Parque Tecnológico)

46980 Paterna. Valencia (España)

Tlf. 961 366 070 | Fax 961 366 185

Domicilio social —

Leonardo Da Vinci, 38 (Parque Tecnológico)

46980 Paterna. Valencia (España)

Tlf. 961 318 559 - Fax 960 915 446

aidimme@aidimme.es

www.aidimme.es