

# 4.1 INFORME DE RECOPIACIÓN DE REQUISITOS PARA EL PINO PIÑONERO Y MAPA DEL ÁREA POTENCIAL PARA PLANTACIONES DE PINO PIÑONERO EN CATALUÑA

**Documento elaborado por:** Forestal de Catalunya, SCCL (CSF)  
Centre Tecnològic Forestal de Catalunya (CTFC)  
Centre National de la Propriété Forestière (CNPF)

**Con la financiación de:**



## Índice

1. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE .....	3
1.1 El <i>Pinus pinea</i> en Catalunya .....	4
1.2 Masas mixtas .....	5
1.3 Masas puras .....	5
1.4 Regiones de procedencia .....	6
2. OBJETIVOS .....	7
3. METODOLOGÍA.....	8
4. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA .....	9
4.1 Bibliografía .....	9
4.2 Cartografía.....	9
4.2.1 Mapa Forestal Español (MFE25 - Cataluña) .....	9
4.2.2 <i>Atles climàtic de Catalunya</i> .....	10
4.2.3 Altimetría.....	11
5. PARÁMETROS DE REFERENCIA.....	11
5.1 Parámetros analizados .....	11
5.2 Listado de los parámetros seleccionados y rangos de aptitud .....	12
5.3 Parámetros no seleccionados .....	13
5.3.1 Evapotranspiración real (ETP-R).....	13
5.3.2 Pendiente .....	13
5.3.3 Litología .....	13
5.3.4 Edafología.....	13
6. ELABORACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA EN BASE A LOS PARÁMETROS SELECCIONADOS .....	17
6.1 Análisis cartográfico .....	17
6.1.1 <i>Atles Climàtic de Catalunya</i> .....	17
6.1.2 Cartografía de altimetría .....	20
7. RESULTADOS .....	21
7.1 Mapa de las zonas potenciales para plantaciones de pino piñonero .....	21
7.2 Potencialidad por comarcas .....	22
7.3 Parámetros a considerar dentro de las zonas potenciales .....	23
8. CONCLUSIONES .....	24
9. BIBLIOGRAFÍA .....	25

## 1. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

El pino piñonero (*Pinus pinea*) es una conífera de distribución mediterránea, que en estado natural puede alcanzar portes de 20 a 30 m. Una de sus características visuales más llamativa es la forma aparasolada que realizan los ejemplares adultos y que le confiere un alto valor paisajístico y espreciado como árbol ornamental.

Sin embargo, desde antaño ésta especie ha causado gran interés por las razones gastronómicas que ofrecen sus frutos, piñas de grandes dimensiones que contienen piñones, muy apreciados por sus cualidades culinarias. A diferencia del resto de las especies de pinos presentes en la península ibérica, que requieren dos años para la maduración de la piña, el pino piñonero necesita tres años más uno para dispersar las semillas. Además por el peso de los piñones el ámbito de dispersión es más bajo.

La influencia antrópica sobre la distribución de esta especie es muy alta, y ha habido autores que han planteado su introducción en la Península Ibérica desde la época romana, sin embargo, hay estudios que demuestran su existencia de hace más de 5.000 años en sistemas dunares con ciclos de alternancia entre pinar y otras formaciones de frondosas en el suroeste peninsular (Blanco *et al.*, 1998). Este hecho no impide que la distribución actual esté directamente relacionada con la actividad humana, ya que ha sido utilizado tradicionalmente tanto por sus aprovechamientos (piñón, resina, taninos, madera) como para repoblaciones de carácter protector. A demás, sus formaciones están consideradas como Hábitat de Interés Comunitario (HIC): Pinares mediterráneos de pinos mesogeanos endémicos: Pinares de pino negral, carrasco y piñonero, encontrándose en España, más del 50% de la superficie total ocupada en el mundo (Montero *et al.*, 2008).

En el pino piñonero, destaca la preferencia por zonas de baja altitud, donde prácticamente la mitad de sus poblaciones se encuentran por debajo de los 100 m, sin llegar a tener representaciones relevantes por encima de los 800m.

A pesar de tratarse de una especie muy plástica, se desarrolla en peores condiciones con sustratos apelmazados, como las arcillas, margas o yesos y aunque pueda soportar un cierto grado de salinidad no coloniza saladares (Blanco *et al.*, 1998).

Tradicionalmente se han realizado unos aprovechamientos que compatibilizaban la producción de madera con la de piñas, creando formaciones con pocas densidades de pies adultos y copas que pueden llegar hasta los 20 m de diámetro.

### 1.1 El *Pinus pinea* en Catalunya

Para la realización de este apartado se ha partido del Mapa Forestal Español (MFE-25), que es el más actual en el cual se puede describir con detalle el estado de las masas de pino piñonero en Catalunya y se ha trabajado con software SIG.

Para conocer la superficie de las masas forestales donde el pino piñonero es dominante, se tuvo en cuenta el apartado de la base de datos que identifica la especie principal, a partir de ahí se realizó la siguiente consulta:

- **Para considerar que las masas eran puras:** La especie principal, el pino piñonero, tenía que tener un porcentaje de ocupación igual o superior a 70.
- **Para considerar que las masas eran mixtas:** La especie principal, el pino piñonero, tenía que tener un porcentaje de ocupación inferior a 70, se consideraba masa mixta dominada por pino piñonero.

De manera general, las formaciones de pino piñonero en Catalunya ocupan una superficie de 38.560 ha lo que supone un aumento de 5.000 ha respecto a los valores de los datos del Mapa de Formaciones puras y mixtas de Catalunya (Vericat *et al.*, 2010; Piqué *et al.*, 2011b).

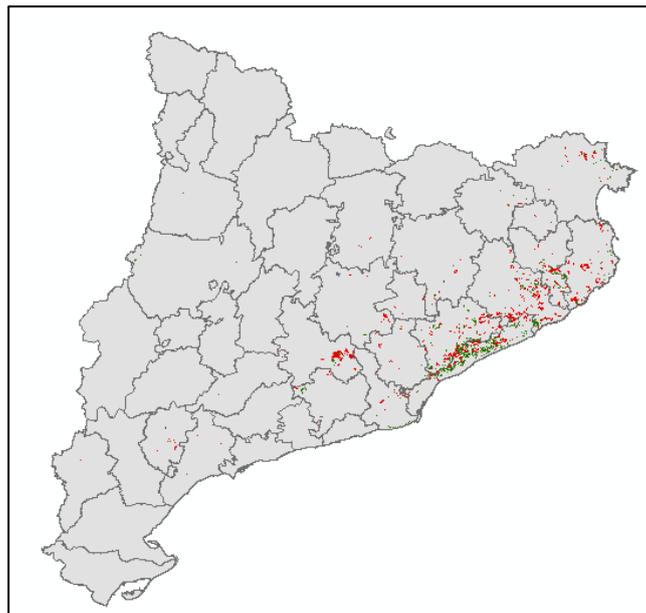


Figura 1. Representación del área de distribución del pino piñonero en Catalunya. En color rojo se observa la distribución de las masas mixtas, en verde las masas puras.

### 1.2 Masas mixtas

A partir de dicha consulta se ha obtenido la siguiente información:

Por provincias, el 59% de las masas mixtas se encuentra en Barcelona, y el 41% en Girona, lo que hace que las masas de Tarragona y Lleida no tengan tanta importancia en términos absolutos.

Las masas mixtas en que el pino piñonero es dominante ocupan 23.120 ha, y las especies acompañantes principales son *Quercus ilex*, *Quercus suber* y *Pinus halepensis*, y en menor medida *Pinus pinaster* y *Quercus humilis*. De manera testimonial también puede ser acompañado por un amplio cortejo de especies de todo tipo, desde vegetación de montaña como el *Pinus sylvestris* hasta vegetación exótica como el *Eucalyptus sp.*

De las formaciones forestales que conforma el conjunto de masas mixtas, cerca del 47% lo componen formaciones de mezcla de coníferas con frondosas de la región biogeográfica mediterránea, y el 31,7% pinares de pino piñonero con presencia destacada de otras especies. Aproximadamente el 20% lo componen formaciones mixtas con otras coníferas autóctonas de la región biogeográfica mediterránea.

Si atendemos a la clasificación de estas masas por clases naturales de edad, poco más del 95% se encuentra en fustal, el 4,3% pertenece a latizal y menos de un 1% a monte bravo. Esto nos puede dar información sobre la posible falta de continuidad generacional en las masas mixtas de pino piñonero.

Mirando el grado de fracción de cabida cubierta arbórea (FCC), la mayor parte de las formaciones, el 88% de las masas mixtas de pino piñonero, se encuentra entre coberturas de 60 y 80%.

### 1.3 Masas puras

A escala de Cataluña las formaciones puras de pino piñonero son más fáciles de encontrar en la provincia de Barcelona ya que contiene casi el 70% de este tipo de formaciones, mientras que en la provincia de Girona, no llega al 29% de la superficie total de las masas puras.

Las masas puras de pino piñonero ocupan 15.440ha, donde se destaca como especie acompañante más importante la encina, con un 37%. De manera menos representativa pero significativamente, le sigue el alcornoque con un 13,7%, el pino carrasco con un 10,4%, el roble pubescente con un 6,3% y el madroño con un 4,7%. Sin embargo, también son importantes las masas monoespecíficas en las cuales no hay presencia marcada de otra especie secundaria, ocupando el 21,3% de la superficie total del área de distribución de las masas puras de pino piñonero.

Estas masas clasificadas por clases naturales muestran una clara dominación de fustal representando el total de esta clase un 96,4%, sin entrar a concretar el porcentaje de fustal bajo (20-35cm de diámetro) o fustal alto (más de 35cm a 50cm). De manera discreta, las otras clases más jóvenes ocupan el resto de la superficie: latizal (2,75%) y monte bravo (sin llegar al 1%).

Comprobando el grado de recubrimiento de la FCC del pino piñonero en estas masas, este es similar al que presentan las masas mixtas; un 88% de los bosques tienen FCCs entre el 60 y el 80%.

#### 1.4 Regiones de procedencia

De acuerdo a la clasificación definida por (Prada *et al.*, 1997), Cataluña presenta dos regiones de procedencia del pino piñonero: la Cataluña Interior y la Cataluña Litoral.

- **La Región de Procedencia más extendida es la Cataluña Litoral**, caracterizada por condiciones templadas y húmedas, y presentando una temperatura media anual cerca de los 15°C, con nulas o escasas heladas en invierno. Las precipitaciones son elevadas, repartidas durante todo el año, teniendo periodos de sequía estival de corta duración. Se desarrollan formaciones extensas, a lo largo de la franja litoral catalana. En cuanto a la litología, domina en ambientes ácidos a pesar de estar presentes materiales de diversas características.
- **La Región de Procedencia de Cataluña Interior**, se sitúa hacia el oeste de los sistemas litorales y del macizo del Montseny, creando masas dispersas que prefieren orientaciones de solana, en un ambiente más duro en cuanto a condiciones de temperatura que los situados en la zona litoral ya que la presencia de heladas es segura durante aproximadamente 1,6 meses al año y la temperatura media anual se sitúa ligeramente superior a 12°C. Las precipitaciones suelen estar repartidas a lo largo del año lo cual hace que la sequía estival sea más corta. Si nos fijamos en las preferencias litológicas se observa una gran plasticidad, mostrando una amplia adaptación a los materiales, sin embargo, predomina en ácidos.

## 2. OBJETIVOS

El presente trabajo se enmarca dentro del proyecto transfronterizo Interreg Poctefa, Quality\_Pinea, que se desarrolla tanto en Cataluña como en la región francesa de los Pirineos Orientales, con los siguientes objetivos:

- 1) Innovación en técnicas de evaluación cuantitativa y cualitativa de piñas de pino piñonero.
- 2) Cuantificación del recurso actual de piña y de futuras producciones.
- 3) Agrupar la propiedad forestal.
- 4) Propuestas de gestión forestal para los pinares pino piñonero.
- 5) Innovación en la recolección de piñas de pino piñonero.
- 6) Valorización económica del recurso piñonero.

Dentro de las acciones a desarrollar en el Quality\_pinea para alcanzar los objetivos, la referente al desarrollo de una cartografía de las zonas potencialmente productivas para el pino piñonero es la que nos ocupará en este trabajo.

El desarrollo de esta cartografía tiene los siguientes objetivos:

- Determinar los parámetros bioclimáticos, geográficos y los relativos a las características edafológicas que condicionan el desarrollo del pino piñonero para la zona de Cataluña.
- Determinar las zonas óptimas potenciales de Cataluña para establecer plantaciones de pino piñonero.

### 3. METODOLOGÍA

La presente cartografía se dispone como una propuesta de lugares que presentan predisposición para establecer plantaciones de pino piñonero, condicionado a un segundo estudio a escala de finca que determinará la idoneidad o no de la plantación.

Inicialmente, se ha realizado una revisión bibliográfica sobre documentos y artículos de referencia que permitan dar información fidedigna y cartografiable.

En segundo lugar, se ha procedido a la búsqueda de cartografías que permitan aplicar los rangos de aptitud descritos por los autores de la revisión bibliográfica.

En la búsqueda de variables cartográficas que puedan condicionar el establecimiento de plantaciones de pino piñonero se han considerado aquellas cuya disponibilidad cartográfica permitía definir el ámbito de trabajo a escala de Cataluña.

Para las variables que condicionan el establecimiento del pino piñonero con disponibilidad de cartografía a escala de Cataluña. Se ha realizado, mediante software SIG, el cálculo de las zonas que podrían ser potencialmente aptas para el establecimiento de plantaciones de pino piñonero. Para cada variable cartografiable se ha aplicado un rango de aptitud que delimita las zonas óptimas de las que quedarían excluidas. Creando una cartografía final, resultante de la suma de las superficies que no han estado condicionadas por ningún rango que limite el óptimo de desarrollo del pino piñonero.

Finalmente, para aquellas variables de influencia a nivel de estación, y que por tanto su cartografía requiere ser analizada a menor escala, se ha realizado una recopilación de orientaciones sobre los posibles parámetros que podrían favorecer o influenciar el establecimiento de plantaciones, para que puedan ser útiles para el estudio que se tendrá que realizar a posteriori para evaluar la viabilidad en cada caso.

## 4. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA

### 4.1 Bibliografía

Para la elaboración de la cartografía se ha contado con los trabajos más completos y exhaustivos que hacen referencia a la gestión de las masas de pino piñonero (*Pinus pinea*) en Cataluña, destacando:

- Manual de las Orientaciones de Gestión Forestal Sostenible de Cataluña (ORGEST). Modelos de gestión para los pinares de pino piñonero. Producción de piñas, madera y prevención de incendios.
- Proyecto Canvibosc: Vulnerabilidad de las especies al cambio climático, es un informe que revisa la bibliografía existente sobre las diferentes especies forestales de Cataluña, entre ellas también el pino piñonero. Para la realización de este informe se han revisado más de 500 artículos científicos que aportan una información muy valiosa sobre las previsiones de viabilidad de las masas respecto al cambio climático.
- Los pinares de pino piñonero, editado por la Diputación de Barcelona, es un manual de gestión descriptivo que explica los diferentes elementos que conforman los ecosistemas de los pinares de pino piñonero.
- Selvicultura del *Pinus pinea*, editado por el Instituto Nacional de Investigaciones y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) realiza una descripción de los pinares de pino piñonero de toda España y efectúa un estudio detallado de los diferentes tratamientos silvícolas a aplicar con esta especie.

### 4.2 Cartografía

#### 4.2.1 Mapa Forestal Español (MFE25 - Cataluña)

El Mapa Forestal Español (MFE) constituye la referencia cartográfica a nivel forestal de todo el estado, ya que recoge información precisa de la estructura y composición de los sistemas forestales.

El MFE forma la base cartográfica del Inventario Forestal Nacional (IFN), suponiendo un trabajo que se va actualizando e implementando regularmente a lo largo del tiempo. Este hecho permite comparar a lo largo del tiempo, información de nuestros bosques, tanto entre diferentes lugares como la evolución de un mismo emplazamiento.

A pesar de constituir una cartografía necesaria para conocer el estado actual de los bosques, no se ha completado aún el MFE25 para todas las autonomías. Sin embargo, afortunadamente, está disponible para Cataluña la versión más reciente, efectuada en 2016, que además es la realizada a una escala más baja (1:25.000) y por ello con mayor precisión de las ejecutadas hasta ahora.

Entre los diferentes campos que incorpora el MFE25, destacan los siguientes:

Tabla 1. Descripción de diferentes campos que forman parte de la base de datos del MFE 25.

<b>Tipo estructural</b>	
<b>FCC: Fracción Cubierta Arbórea (%)</b>	% de suelo cubierto por la proyección de las copas.
<b>Formación arbolada</b>	Comunidad vegetal arbórea con fisionomía y biología homogénea.
<b>Especie principal</b>	Especie principal presente en la parcela.
<b>% de ocupación de la especie principal</b>	Grado de ocupación de la especie principal, respecto a otras especies.
<b>Segunda especie principal</b>	Para esta especie también se describen los mismos parámetros que para la especie principal: % de ocupación y estado de desarrollo.
<b>Especie terciaria</b>	Mismas descripciones que en la segunda especie.
<b>Formación arbustiva</b>	Comunidades vegetales arbustivas de orden superior, claramente representadas. También se incorporan apartados que detallan la altura media del matorral y la FCC.
<b>Modelo de combustible</b>	Descripción del modelo de combustible predominante.
<b>Código UTCUTS (LULUCF)</b>	Apartado de especial interés para el cálculo de las emisiones y absorciones en el sector del cambio del uso de la tierra y la silvicultura (UTCUTS), de importancia para los futuros mercados de créditos de carbono.

De toda la información disponible, para conocer la referente a la distribución del pino piñonero, se consideraron los parámetros de especie principal, especie principal secundaria y sus respectivos porcentajes de ocupación.

Para poder conocer las formaciones forestales donde el pino piñonero es dominante en Cataluña, se realizó en software SIG la consulta explicada en el (Apartado 1.1).

#### 4.2.2 *Atles climàtic de Catalunya*

Realizado por la Universitat Autònoma de Barcelona, concretamente por la unidad de botánica, mediante el apoyo del Departament de Medi Ambient i Habitatge y el Servei Meteorològic de Catalunya. El *Atles Climàtic de Catalunya* constituye actualmente la cartografía de referencia más actualizada y en formato digital, disponible para trabajar.

Esta cartografía se basa en series climatológicas del periodo 1961-1990, que está considerado por la Organización de Meteorología Mundial como uno de los periodos de referencia internacional, para hacer estadística de series climáticas.

Este Atlas se ha realizado partiendo de una red de 160 estaciones meteorológicas, que medían la temperatura y una red de 257 estaciones de precipitación. Esta red de puntos fue elaborada teniendo en cuenta que presentara una serie de datos suficientemente extensa, como para poder ser representativa, y con una distribución homogénea por todo Cataluña.

### 4.2.3 Altimetría

La cartografía utilizada para conocer la superficie de Cataluña que entra dentro del rango altitudinal adecuado para el pino piñonero fue el Modelo de Elevaciones del Terreno de Cataluña, 15x15m. Esta cartografía está elaborada por el Instituto Cartográfico y Geográfico de Cataluña, a partir de la Base topográfica de Cataluña 1:5.000 (BT-5M) v2,0.

## 5. PARÁMETROS DE REFERENCIA

En este apartado se analizan los factores que más pueden influir en el área de distribución del pino piñonero (*Pinus pinea*). Conociendo estos factores se podrá determinar qué zonas son las óptimas para el establecimiento de plantaciones.

Cabe destacar que los parámetros que han sido tenidos en cuenta para la elaboración del mapa potencial para plantaciones de pino piñonero en Cataluña aquellos que disponían de una cartografía disponible previa.

### 5.1 Parámetros analizados

Listado de todos los parámetros

A partir de la revisión bibliografía y la consulta con expertos se determinaron diferentes parámetros que influyen y son importantes en el desarrollo de las masas de pino piñonero y se valoró la aplicación de esta información para la elaboración de la cartografía resultante.

- Pluviometría
- Temperatura
- Evapotranspiración real (ETR)
- Altimetría
- Pendiente
- Litología
- Edafología

Listado de los no seleccionados

De entre los parámetros antes mencionados, los que se indican a continuación no fueron incorporados en la cartografía resultante por las razones que se explican en el apartado 5.3.:

- Evapotranspiración real (ETR)
- Pendiente
- Litología
- Edafología

## 5.2 Listado de los parámetros seleccionados y rangos de aptitud

Para la elaboración de la cartografía, se han considerado los siguientes parámetros basándonos en bibliografía y consultas con expertos, determinando los siguientes criterios.

- **Altitud: 0-600m**

De acuerdo con la bibliografía que relaciona este rango de altitud dentro de las condiciones óptimas:

- (Piqué *et al.*, 2011) sitúan las poblaciones óptimas generalmente por debajo de los 500-600 y por encima de los 50m.
- (Gràcia *et al.*, 2013) comenta que los pinares de pino piñonero que tienen una presencia realmente significativa son los situados en suelo silíceo a cotas bajas (entre 0 y 500m), y con poca disponibilidad de agua.
- (Montero *et al.*, 2008) indica que la mayor parte de las masas se encuentran localizadas entre 0 y 600 m de altitud, alcanzando mayores altitudes en representaciones esporádicas en el interior (Bages y Berguedà).

- **Pluviometría: >350mm**

El carácter pionero del pino piñonero hace que sea más competitivo en ambientes con escasas pluviometrías frente a otras especies. En el presente estudio se han considerado las pluviometrías que podrían impedir el establecimiento de plantaciones, considerando 350mm el límite crítico.

- Las Tipologías Forestales Arboladas (TFA) de las ORGEST consideran que cuando se encuentran por debajo de 450 mm, la calidad de estación es baja.
- Según (Ruiz de la Torre., 2006), los pinares de pino piñonero catalanes tienen una gran resistencia a las temperaturas elevadas, los vientos (también salinos) y a la sequía estival con precipitaciones inferiores a 100mm, si bien normalmente la lluvia anual es de 400 a 800 mm.

- **Temperatura: 10-19°C media anual**

De acuerdo con la determinación del rango de temperaturas que permita establecer plantaciones de pino piñonero, se ha tenido en cuenta el comportamiento de la especie en diferentes lugares de España (Montero *et al.*, 2008).

- La temperatura media de las zonas de pinares de pino piñonero catalanes oscila entre 11,7 y 16,7°C.
- Los pinares de pino piñonero andaluces son más termófilos, y oscilan en temperaturas entre 16 y **18,5°C**.
- Los pinares de pino piñonero de la meseta castellana norte, se sitúan en márgenes de temperatura comprendidos entre los **10,5** y los 13,5°C.

## 5.3 Parámetros no seleccionados

### 5.3.1 Evapotranspiración real (ETP-R)

La evapotranspiración real (ETP-R) es un criterio importante según (Gràcia *et al.*, 2013) ya que consideran que es un indicador más preciso que el clima y aporta información sobre el agua disponible para las plantas y por lo tanto da información de la capacidad de crecimiento. Sin embargo, no ha sido considerado este factor por las siguientes razones:

- La dificultad de cartografiar los parámetros referentes a la ETP-R ya que implica una alta dificultad hacer los mapas del flujo de agua de toda la vegetación del territorio.
- La cartografía disponible de la (ETP-R) no responde con la suficiente precisión a nivel de escala de trabajo, y se considera que con los datos del *Atles Climàtic de Catalunya*, de la pluviometría y temperatura media anual es correcto para conocer las zonas potenciales para plantaciones de pino piñonero.

### 5.3.2 Pendiente

La pendiente es un factor indispensable a tener en cuenta en la mecanización de los procesos del vibrado en las plantaciones de pino piñonero, **considerando este factor óptimo cuando se encuentra inferior a 20-25%**, y desaconsejable por umbrales superiores. Sin embargo la pendiente es una variable que debe ser considerada en trabajos a escala más pequeña y por lo tanto no se ajusta a los objetivos de esta cartografía, que tiene un ámbito territorial de toda Cataluña.

### 5.3.3 Litología

Es conocida la preferencia del pino piñonero por **litologías** graníticas en la Sierra Litoral, de pizarras y cuarcitas en la prelitoral y de sedimentarias recientes en la depresión litoral (Montero *et al.*, 2008). Por ello, para la realización del presente documento se descargó el mapa de clases litológicas de importancia forestal de Cataluña elaborado por el *Centre de la Propietat Forestal* (CPF) a partir del Mapa Geológico de Cataluña 1:50.000 y se superpuso con la distribución de las formaciones de pino piñonero para conocer cuáles son los grupos litológicos más representativos en la distribución actual de pino piñonero en Cataluña. La conocida plasticidad de la especie y la manera agregada en que se presentan los grupos litológicos, no ha permitido obtener ningún resultado que condicione con criterio la incorporación de esta cartografía y por ello finalmente no se ha tenido en cuenta.

### 5.3.4 Edafología

Por lo que respecta a **la edafología**, las condiciones de microestación son determinantes en los procesos de formación del suelo, la orientación de la parcela, la pendiente, la forma de la ladera, los usos anteriores del suelo, la profundidad del suelo, el ph, el porcentaje de materia orgánica, etc. Es por tanto un factor decisivo en el desarrollo del pino piñonero y por ello inicialmente fue considerado un factor a tener en cuenta en la cartografía. Se ha realizado un estudio de las

calicatas presentes en el área de distribución del pino piñonero así como de las zonas potenciales, para determinar si existía alguna variable edafológica cartografiable que permitiera incorporar este parámetro. Sin embargo, la dificultad de obtener una cartografía fidedigna, sobre cada uno de los parámetros edafológicos que pueden condicionar el desarrollo del pino piñonero a escala de trabajo, es tan alta que se ha desestimado el uso de esta cartografía por:

- Existe un alto grado de incertidumbre en la cartografía disponible.
- Se especifica que esta cartografía no puede substituir los estudios a nivel de finca, diseño de proyectos concretos como la transformación de usos agrarios, o planes de conservación de suelos.

Al tratarse de una variable muy importante para el desarrollo de las plantaciones, a pesar de no contemplar su cartografía, se realizó un estudio con los datos de las fichas de las calicatas realizadas para la elaboración del *Mapa de sòls de Catalunya*, a partir de las cuales se pudieron obtener los parámetros más representativos de la distribución de pino piñonero en Cataluña y del análisis de las fichas se han establecido recomendaciones a escala de finca.

#### 5.3.4.1. *Mapa de sòls de Catalunya 1:250.000*

El análisis de la cartografía edafológica se ha basado tanto en el *Mapa de sòls de Catalunya 1:250.000* como en las fichas descriptivas de las calicatas en las que se basa el mapa.

Este mapa de suelos de Cataluña es un documento que proporciona información sintetizada de la estructura edáfica de todo el territorio. Es un mapa que se elaboró en 2018 partiendo como base todos los trabajos anteriores, realizando un trabajo prospectivo con más de 2.000 calicatas, realizando transectos en las zonas que lo permitían y complementado con información científica en aquellas zonas donde faltaba información. Por todo ello, es la información edafológica de referencia en Cataluña en la actualidad, estando disponible en dos versiones; La primera realizada con el sistema de clasificación *Soil Taxonomy*, que ha sido históricamente la referencia a nivel mundial. La segunda clasificación está realizada en función del sistema propuesto por la FAO y ha sido adoptado por la Directiva INSPIRE.

Esta cartografía está disponible en formato WMS, a partir del siguiente enlace: [http://geoserveis.icgc.cat/icgc\\_sols/wms/service?](http://geoserveis.icgc.cat/icgc_sols/wms/service?)

Además de la cartografía edafológica, desde la página web se tiene acceso a las fichas de numerosas calicatas, a partir de las cuales se elaboró una base de datos de la información considerada relevante para conocer el desarrollo del pino piñonero.

Estas fichas contaban con numerosa información pero se consideraron los siguientes factores a incorporar en la base de datos:

- Coordenadas
- Número de calicata
- Cota
- Forma de relieve
- Orientación
- Material original
- Nivel freático
- Régimen térmico
- Régimen de humedad
- Salinidad
- Profundidad de enraizamiento
- Textura
- Ph

La base de datos realizada cuenta con aproximadamente 2.300 puntos, y estaba pensada para estudiar las condiciones en que se distribuyen las actuales masas del pino piñonero así como para determinar potenciales zonas donde se dieran las condiciones edafológicas requeridas.

#### A.1 Estudio de las condiciones edafológicas

La base de datos elaborada a partir de las fichas de calicatas, abarcaba la zona de Cataluña dentro de los rangos de aptitud descritos en el punto (5.2) para poder incorporar los puntos que se considerasen de interés, dentro de la distribución del pino piñonero.

Para evaluar las condiciones de distribución del pino piñonero se superpuso mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica, la red de calicatas georreferenciadas, sobre la cartografía más reciente disponible del pino piñonero. Se evaluaron distintas situaciones que pudieran incorporar datos edafológicos y a la vez pudieran ser representativos de las condiciones de los sistemas forestales de pino piñonero.

Para el estudio de las condiciones edafológicas se plantearon diferentes situaciones para tener una muestra numérica de datos suficiente y comparar los resultados:

- Puntos de calicatas, dentro del área actual de distribución del pino piñonero, en Cataluña. Las muestras obtenidas fueron escasas y por tanto se consideró ampliar en diferentes buffers, y se separó la información entre masas puras y mixtas.
- Puntos de calicatas en el área de distribución del pino piñonero con un buffer de 250 m de dicha área, separando por masas puras y mixtas.
- Puntos de calicatas en el área de distribución del pino piñonero ampliada a un buffer de 700 m, separando por masas puras y mixtas.
- La gran mayoría de los datos analizados pertenecían a la región de procedencia Cataluña Litoral, por lo que la región de procedencia Cataluña Interior fue estudiada aparte. Sin embargo, los datos obtenidos han sido escasos y no concluyentes para esta región de procedencia.

A partir del análisis de la información de las calicatas, a continuación, se realiza la siguiente descripción de las preferencias edafológicas que el pino piñonero muestra en Cataluña y su resumen en la tabla 2.

En primer lugar, como ya se ha comentado, destacar la falta de puntos de muestreo de la Región de Procedencia de Cataluña Interior, y por lo tanto no han podido aportar información consistente. Se tendrá en cuenta que la mayor parte de puntos pertenecen a la región de procedencia de Cataluña Litoral.

**Los materiales originarios** y subyacentes más repetidos han sido los materiales silíceos, concretamente los granitos, junto con los materiales procedentes de depósitos aluviales-columiales. También se puede citar, aunque en menor grado, los detríticos terrígenos.

La mayoría de las calicatas consultadas, dentro del área de distribución del pino piñonero, presentaban **suelos con buen drenaje** y en algunos casos moderadamente drenados.

Los regímenes de térmicos dominantes son el **térmico**, mientras que los regímenes de humedad dominantes han sido los **xéricos**.

La profundidad de enraizamiento, muestra generalmente suelos profundos. Con un amplio margen desde los 20 cm hasta más de 1 m, sin embargo **la mayoría se encuentra en el rango de los 40 cm hasta los 80 cm**. (Piqué., 2003) ya apuntó que en muchos casos, los suelos son profundos, ya que en muchos casos corresponden a antiguos campos de cultivo ahora ocupados por el pino piñonero, ya sea por expansión natural o por siembra o plantación.

Las texturas de suelo más representadas en las calicatas que estaban dentro del área de distribución del pino piñonero, todas contienen **elementos texturales francos**; concretamente son representativas las texturas: francoarenosa, franca y arenofranca. Sin embargo hay que recordar la plasticidad que presenta esta especie, y puede tolerar un amplio abanico de texturas: arenosa, francolimosa, francoarcillosa, francoarcilloarenosa, francoarcillolimosa...

Por lo que respecta al **pH, se ha observado un amplio margen**, y es posible encontrarlo tanto en suelos ligeramente ácidos (pH 6,1) como en suelos ligeramente básicos (ph 8,5), lo que nos da una idea del grado de adaptación que puede tener el pino piñonero al tratarse de una especie pionera.

La base de datos también informaba del tipo de relieve que presentaba la zona de la calicata, siendo las más frecuentes las formas de ladera y fondo de ladera, por lo que respecta a las orientaciones.

*Tabla 2. Resumen de las características más habituales en los suelos de las formaciones de pino piñonero en Cataluña.*

Material originario	Material subyacente	Clase de drenaje	Régimen térmico	Régimen de humedad	Profundidad de enraizamiento (cm)	Textura	ph	Orientación
Granito, depósitos al/coluviales, detríticos terrígenos	Granito, depósitos al/coluviales , detríticos terrígenos	Bien drenado	Térmico	Xérico	Amplio margen, preferencias 40-80	Francoarenosa, Franca, Arenofranca	Amplio margen entre 6,1 y 8,5	Orientaciones indiferentes, preferencia S, SE

## 6. ELABORACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA EN BASE A LOS PARÁMETROS SELECCIONADOS

En el presente apartado se explican los diferentes procesos de obtención de información realizados, a partir de los cuales se ha podido efectuar un análisis y discusión de las zonas óptimas para realizar plantaciones de pino piñonero.

Como ha quedado descrito en el apartado 5.2, para la elaboración de la cartografía se han considerado los siguientes rangos de aptitud para los parámetros seleccionados:

- Altitud: 0-600m
- Pluviometría: >350mm
- Temperatura media anual: 10-19°C

### 6.1 Análisis cartográfico

#### 6.1.1 *Atles Climàtic de Catalunya*

El *Atles Climàtic* está pensado para poder trabajar mediante sistemas de información geográfica, con una escala de trabajo 1:750.000.

La información de pluviometría disponible está segmentada por meses, estaciones o por año. La que se ha considerado de mayor relevancia para este parámetro es la cartografía de precipitación anual.

La información de temperaturas disponible se organiza en: temperaturas medias por meses, por estaciones o anuales. La temperatura media anual es la que se ha considerado más determinante dentro de este factor.

Tabla 3. Características de la cartografía de base del *Atles Climàtic de Catalunya*.

<b>Disponibilidad</b>	<a href="http://www.opengis.uab.cat/acdc/catala/mitjana.htm">http://www.opengis.uab.cat/acdc/catala/mitjana.htm</a>
<b>Sistema de referència</b>	UTM-31N (Datum ED50)
<b>Tipo de dato</b>	Integer-RLE/ binary
<b>Resolución tamaño celda</b>	180m
<b>Ámbito</b>	Cataluña

A pesar de la incertidumbre que presentan los posibles escenarios de Cambio Climático, aún no se ha desarrollado una cartografía que aporte mayor solidez a este trabajo, por lo que se consideró que esta cartografía disponible era la mejor opción posible.

### 6.1.1.1 Pluviometría

Por lo que respecta a la pluviometría, considerando el rango de aptitud para el establecimiento de plantaciones de pino piñonero (>350 mm), se excluyen las zonas con valores inferiores a 350mm. En la siguiente figura están representadas, en rojo, estas zonas, que como puede verse corresponde a zonas puntuales de las provincias de Lleida, comarca del Segrià, y en Tarragona, comarcas de Terra Alta y Ribera de l'Ebre. Así pues, la pluviometría resulta ser un factor irrelevante para la gran parte del territorio catalán.



Figura 2. Representación de las zonas que se encuentran por debajo de una pluviometría de 350mm (en rojo) y que, por tanto, son excluidas como zonas aptas para el establecimiento de plantaciones de pino piñonero

### 6.1.1.2 Temperatura

En la (figura 3) se diferencia la superficie de Cataluña que se encuentra en el rango de aptitud para plantaciones de pino piñonero (por encima de 10°C de temperatura media anual y por debajo de 19°C), en amarillo, y la superficie que está fuera de este rango (en verde). Como puede verse en la figura, las zonas que están fuera del rango de aptitud están muy ligadas a los principales sistemas montañosos de Catalunya (Pirineo – Prepirineo y Macizo del Montseny) ya que la presencia de heladas dificulta el asentamiento de esta especie. Los efectos del cambio climático, previsiblemente reducirán la superficie con temperaturas medias inferiores a 10°C, pero en este trabajo se ha considerado la información disponible actual.

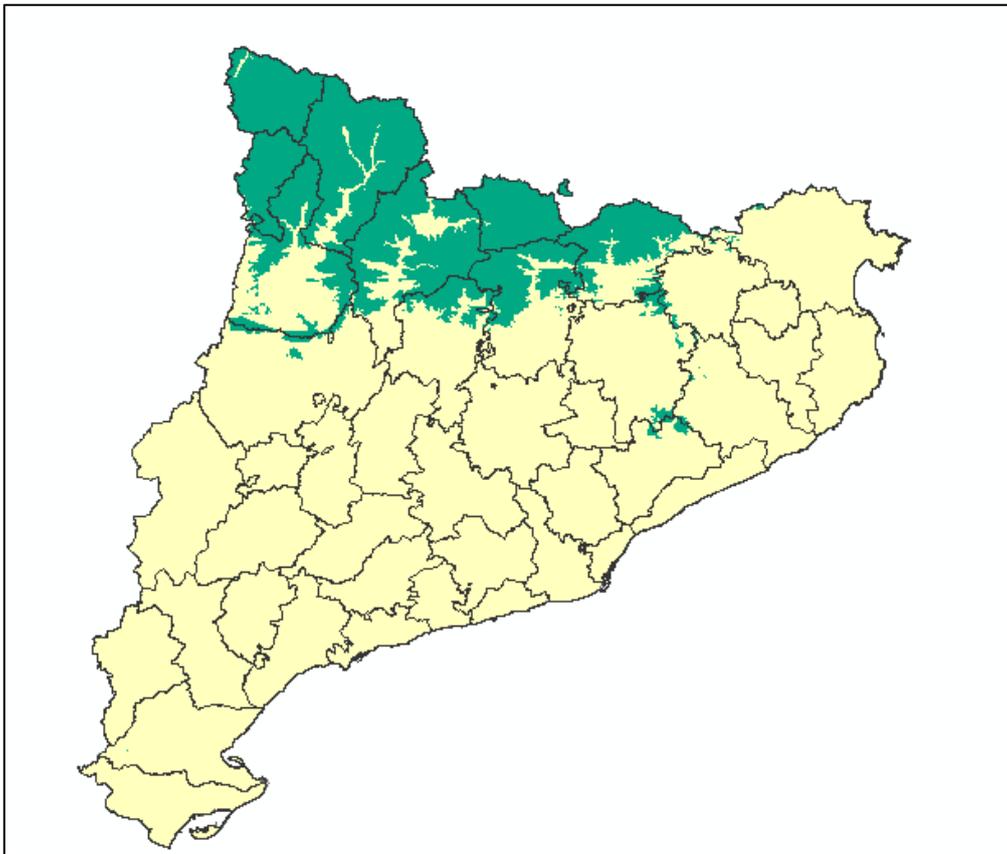


Figura 3. Representación de las zonas que se encuentran en el rango de temperatura media anual por encima de 10°C y por debajo de 19°C (en amarillo) y las zonas que se encuentran fuera de este rango (en verde)

### 6.1.2 Cartografía de altimetría

Se consideró que esta base topográfica respondía de mejor manera a los requisitos y necesidades para desarrollar la cartografía de las zonas potenciales de plantación de pino piñonero.

Tabla 4. Características de la cartografía de la altimetría.

<b>Disponibilidad</b>	<a href="http://www.icc.cat/appdownloads/index.html?c=dlfxmde15m">http://www.icc.cat/appdownloads/index.html?c=dlfxmde15m</a>
<b>Sistema de referència</b>	ETRS89
<b>Formato</b>	ASCII GRID de ESRI
<b>Resolución tamaño celda</b>	15m
<b>Ámbito</b>	Cataluña

En la (figura 4) se muestra, en color marrón, la superficie de Catalunya con altitudes por encima de 600 m que corresponde, por lo tanto, a las zonas no potenciales para establecer plantaciones de pino piñonero. Sin ninguna duda, este factor es el que más ha influenciado en el cálculo de la superficie apta para plantaciones de pino piñonero ya que es el que limita más la superficie.

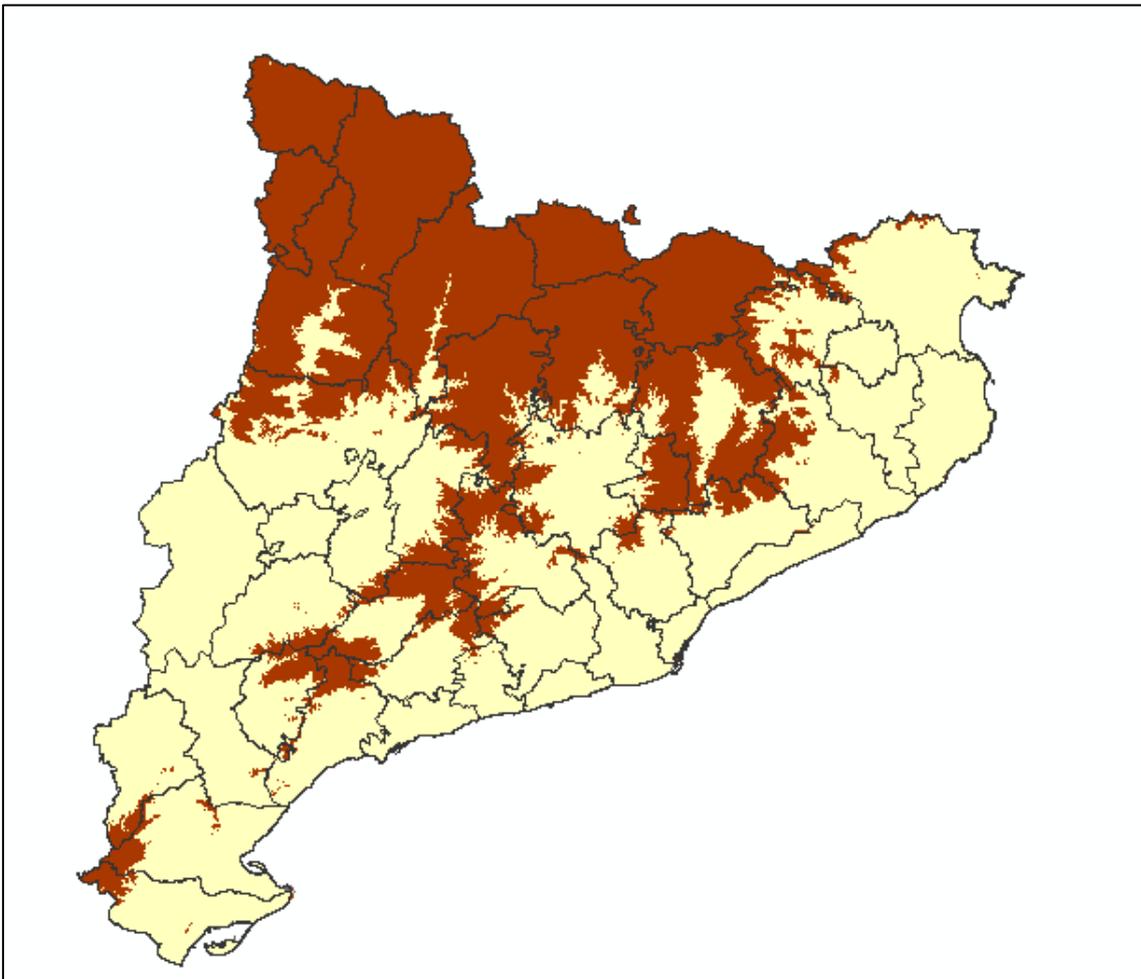


Figura 4. Representación de las zonas de Catalunya por debajo de los 600 m.s.m (en amarillo) y por encima de 600 m.s.m (en marrón)

## 7. RESULTADOS

### 7.1 Mapa de las zonas potenciales para plantaciones de pino piñonero

La cartografía de las zonas potencialmente óptimas para la realización de plantaciones de pino piñonero es el resultado de sobreponer los 3 mapas del anterior apartado, en los que se representan las zonas aptas y las excluyentes según los parámetros seleccionados (precipitación, temperatura y altimetría).

En color azul claro se observan las zonas incluidas como potenciales mientras que en color verde se observan aquellas en las que no será viable.

El 61,8% de la superficie de Catalunya tiene las condiciones potenciales para que se desarrolle una plantación de pino piñonero.

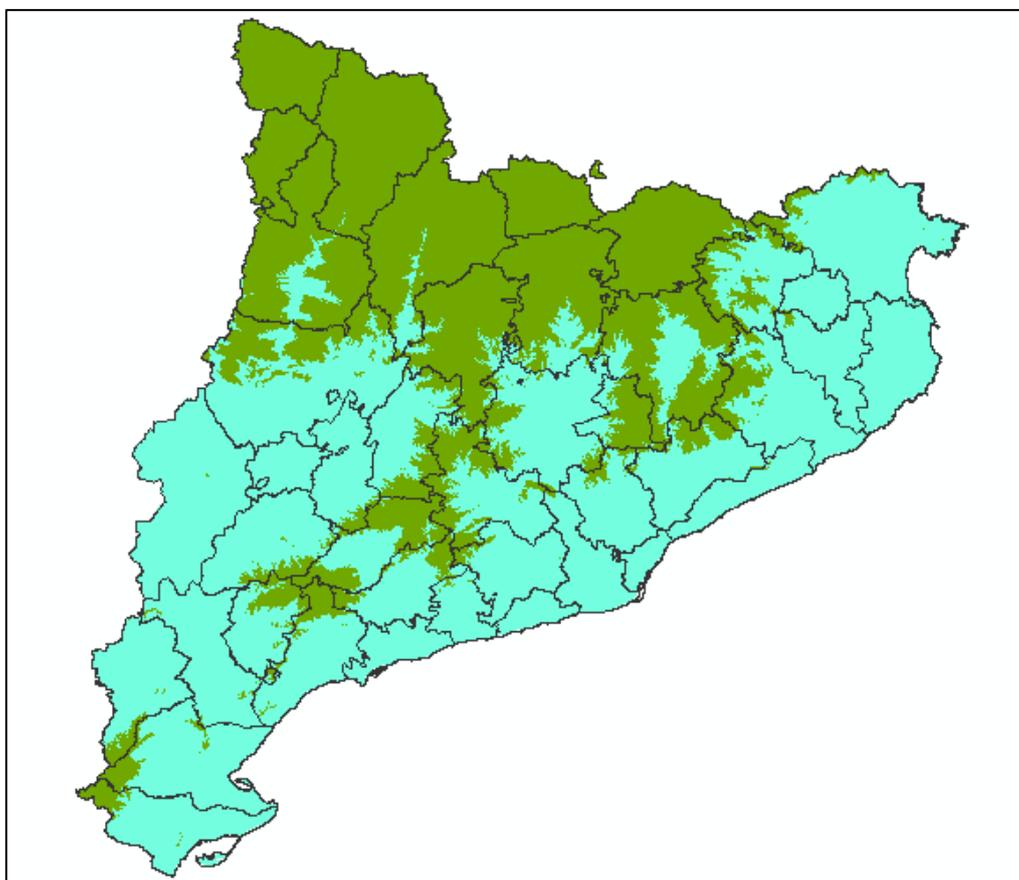


Figura 5. Representación de las zonas que se encuentran dentro del rango de aptitudes para establecimiento de plantaciones de pino piñonero (azul claro), en verde las zonas excluidas.

De todas formas, es muy importante tener en cuenta la escala de trabajo a la que se presenta este resultado y cabe destacar que, a menor escala, para determinar la idoneidad de una plantación, este documento podría considerarse preliminar.

## 7.2 Potencialidad por comarcas

Tabla 5. Superficie y proporción de las zonas potenciales por comarcas, para el establecimiento de plantaciones de pino piñonero.

	<b>% zonas potenciales</b>	<b>Hectáreas potenciales</b>
<b>Pallars Sobirà</b>	99,2	136.688
<b>Alt Empordà</b>	90,5	122.854
<b>Segrià</b>	80,1	111.876
<b>Baix Ebre</b>	99,9	100.170
<b>Solsonès</b>	99,8	99.920
<b>Bages</b>	80,6	88.039
<b>Segarra</b>	99,9	72.198
<b>Garrotxa</b>	97,6	71.697
<b>Baix Empordà</b>	98,7	69.258
<b>Terra Alta</b>	92,7	68.876
<b>Ripollès</b>	68,1	65.144
<b>Conca de Barberà</b>	99,9	64.955
<b>Baix Camp</b>	88,4	61.632
<b>Vallès Oriental</b>	81,4	59.829
<b>Gironès</b>	99,4	57.215
<b>Alt Penedès</b>	92,6	54.884
<b>Noguera</b>	30,2	53.880
<b>Vallès Occidental</b>	91,1	53.120
<b>Aran</b>	83,6	52.969
<b>Anoia</b>	59,5	51.545
<b>Montsià</b>	69,6	51.184
<b>Garrigues</b>	63,2	50.415
<b>Priorat</b>	97,4	48.564
<b>Baix Llobregat</b>	97,3	47.288
<b>Alt Camp</b>	75	40.350
<b>Pla d'Urgell</b>	100	30.510
<b>Moianès</b>	87,7	29.634
<b>Baix Penedès</b>	99,1	29.383
<b>Tarragonès</b>	91,2	29.129
<b>Cerdanya</b>	42,2	23.071
<b>Pla de l'Estany</b>	73,5	19.316
<b>Osona</b>	13,8	17.184
<b>Garraf</b>	89,7	16.603
<b>Maresme</b>	31,6	12.593
<b>Selva</b>	10,3	10.249
<b>Alt Urgell</b>	6,8	9.843
<b>Barcelonès</b>	17	2.479
<b>Ribera d'Ebre</b>	0,8	662

	% zonas potenciales	Hectáreas potenciales
Pallars Jussà	0,1	134
Alta Ribagorça	0	0
Berguedà	0	0
Urgell	0	0
<b>Cataluña</b>	<b>61,8</b>	<b>1.985.337</b>

### 7.3 Parámetros a considerar dentro de las zonas potenciales

Como se ha dicho, el hecho de indicar que una zona tiene potencialidad a priori para establecer plantaciones, no necesariamente indica que sea la zona adecuada, ya que influyen otras variables a escala de finca, como la orientación, el tipo de suelo, la textura, la profundidad del suelo, y la pendiente de la parcela. Los procesos geomorfológicos que han influenciado en la historia concreta de cada emplazamiento y la actividad humana posterior, pueden condicionar la idoneidad de realizar la plantación.

Algunas de las variables que se han descartado en la cartografía son determinantes para realizar el siguiente paso, antes de realizar un proyecto de plantación de pino piñonero, que es el estudio del terreno para determinar su idoneidad. A continuación, se detallan los parámetros orientativos recomendados para establecer plantaciones.

Tabla 6. Resumen de las variables orientativas a considerar en las zonas potenciales a priori para establecer plantaciones de pino piñonero en Cataluña.

Parámetro	Correcto	A valorar	No recomendable
Pendiente	<20%	>20% y <25%	>25%
Orientación	Preferencia por SE, E o S Aunque no condiciona el establecimiento		
Profundidad del suelo	>40 cm	>40 y <25 cm	<25cm
Drenaje	Bien drenado	Moderadamente bien drenado	Mal drenado
Material originario	Granito Depósitos aluviales o coluviales Detríticos terrígenos		Yesos Arcillas Margas compactas
Textura del suelo	Franca Francoarenosa Arenofranca Arenosa		Arcillosa
pH	(Especie de alto espectro de ocupación en cuanto a requerimientos de pH) pH: >5,5 y <8,5		pH's muy alcalinos o ácidos

## 8. CONCLUSIONES

- En el presente trabajo, se han fijado los siguientes parámetros que podrían condicionar el establecimiento de plantaciones de pino piñonero:
  - Altitud: 0-600m
  - Pluviometría: >350mm
  - Temperatura media anual: 10-19°C
- Además de los factores cartografiados, para un estudio a escala de finca se consideran las siguientes características edafológicas como adecuadas para el establecimiento de las plantaciones de pino piñonero:
  - Pendientes inferiores al 20%
  - Suelos soleados
  - Bien drenados
  - Con profundidades mayores de 40cm
  - Con presencia de texturas francas
- Podemos decir que aproximadamente el 62% de Catalunya, podría estar dentro de la zona potencial para realizar plantaciones de pino piñonero, descartando sobre todo las zonas de influencia pirenaica y algunas partes de la Cordillera Prelitoral.
- En cuanto a las comarcas, 30 de las 42 que tiene Cataluña, presentan más del 50% de su superficie como zona potencial para establecer plantaciones.
- A partir del conocimiento de las zonas potenciales se podrían favorecer medidas que potencien el desarrollo económico de la economía local mediante el establecimiento de plantaciones de pino piñonero.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

Banqué, M.; Grau, A.; Martínez-Vilalta, J.; Vayreda, J. 2013. CANVIBOSC: Vulnerabilidad de las especies forestales al cambio climático. Oficina Catalana del Càmbi Climàtic – Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals. 75p.

Blanco, E.; Casado, M. Á.; Costa, M.; Escribano, R.; García, M.; Génova, M.; Gómez, Á.; Gómez, F.; Moreno, J. C.; Morla, C.; Regato, P.; Sainz, H. 1998. *Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica*. Ed. Planeta, Barcelona. 597 p.

Consesa, J.A., Vericat, P., Piqué, M., Saura, S., Torras, O., 2010. *Mapa de classes litològiques d'importància forestal a partir del Mapa Geològic de Catalunya 1:50.000*. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya.

Diputació de Barcelona., 2013. Les pinedes de pi pinyer Manuals de gestió d'hàbitats. 167p.

Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC). 2018. Mapa de sòls de Catalunya 1:250.000 (MSC250M) <https://www.icgc.cat/es/Administracion-y-empresa/Servicios/Suelos/Mapa-de-sols-1-250.000>

Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC), Model d'Elevacions del Terreny de Catalunya 15x15metres (MET-15) v2.0 utilizado bajo una licencia CC BY 4.0 <http://www.icc.cat/appdownloads/index.html?c=dlfxmde15m>

Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, Descripción de regiones de procedencia de Pinus Pinea (Consulta on line junio de 2020) [https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/politica-forestal/desc\\_Pinus%20pinea\\_descrip\\_regiones\\_tcm30-139381.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/politica-forestal/desc_Pinus%20pinea_descrip_regiones_tcm30-139381.pdf)

Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. 2016. MFE de máxima actualidad. Comunidad autónoma de Cataluña. [https://www.mapa.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/desarrollo-rural/mfe\\_catalunia.aspx](https://www.mapa.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/desarrollo-rural/mfe_catalunia.aspx)

Montero, G.; Calama, R.; Ruiz-Peinado, R. 2008. "Selvicultura de *Pinus pinea* L.". A: Serrada, R.; Montero, G.; Reque, J. A. (eds.). *Compendio de selvicultura aplicada en España*. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Ministerio de Educación y Ciencia. Madrid, p. 431-470.

Piqué M., 2003. Modelos de producción para las masas de *Pinus pinea* L. en Catalunya: Orientaciones para la gestión y aprovechamiento sostenible de madera y piña. Tesis doctoral. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària. UdL. Lleida. Inèdita. 242 pp.

Piqué, M.; Vericat, P.; Cervera, T.; Baiges, T.; Farriol, R. 2011. *Tipologies forestals arbrades*.

Sèrie: *Orientacions de gestió forestal sostenible per a Catalunya (ORGEST)*. Centre de la Propietat Forestal. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Generalitat de Catalunya, Barcelona. 341 p.

Piqué, M., Vericat, P., Cervera, T., Baiges, T., Farriol, R., 2011. *Tipologies forestals arbrades*. Sèrie: *Orientacions de gestió forestal sostenible per a Catalunya (ORGEST)*. Centre de la Propietat Forestal. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Generalitat de Catalunya.

Prada, M. A.; Gordo, J.; de Miguel, J.; Mutke, S.; Catalán-Bachiller, G.; Iglesias, S.; Gil, L.

1997. *Las regiones de procedencia de Pinus pinea L. en España*. Organismo autónomo Parques Nacionales, Madrid. 109 p.

Ruiz de la Torre, J. 2006. *Flora mayor*. Organismo autónomo parques nacionales, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid. 1756 p.

Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) Atlas Climàtic Digital de Catalunya (Consulta on line abril de 2020) <http://www.opengis.uab.cat/acdc/catala/presentacio.htm>

# **ANEXOS**

Tabla resumen de las características edafológicas más representativas para las masas puras y mixtas de pino piñonero en Cataluña sin aplicar buffer.

<b>Material originario</b>	Granito, depósitos al/coluviales
<b>Material subyacente</b>	Granito, depósitos al/coluviales, detríticos terrígenos
<b>Grupo litológico</b>	Materiales silícicos ácidos y materiales al/coluviales
<b>Clase de drenaje</b>	Bien drenado
<b>Régimen térmico</b>	Térmico
<b>Régimen de humedad</b>	Xérico
<b>Profundidad de enraizamiento (cm)</b>	Amplio margen, (más frecuente entre 40 y 80 cm)
<b>Textura</b>	Francoarenosa, Franca, Arenofranca
<b>ph</b>	Amplio margen desde 5,5 hasta 8,5, con una media entre 7,1 y 6,7
<b>Orientación</b>	Orientaciones indiferentes

Tabla resumen de las características edafológicas más representativas para las masas puras y mixtas de pino piñonero en Cataluña aplicando buffer de 250m.

<b>Material originario</b>	Granito, depósitos al/coluviales, detríticos terrígenos, depósitos eólicos
<b>Material subyacente</b>	Granito, depósitos al/coluviales, detríticos terrígenos
<b>Grupo litológico</b>	Materiales silícicos ácidos y materiales al/coluviales, conglomerados neutros o básicos
<b>Clase de drenaje</b>	Bien drenado
<b>Régimen térmico</b>	Térmico
<b>Régimen de humedad</b>	Xérico
<b>Profundidad de enraizamiento (cm)</b>	Amplio margen, (más frecuente entre 40 y 80 cm)
<b>Textura</b>	Francoarenosa, Franca, Arenofranca, Arenosa
<b>ph</b>	Amplio margen desde 5,5 hasta 8,5, con una media entre 7 y 7,15
<b>Orientación</b>	Orientaciones indiferentes