



**2025** | **16-20**  
GIJÓN | JUNIO

**9º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL**

**9CFE-1453**

Actas del Noveno Congreso Forestal Español  
Edita: **Sociedad Española de Ciencias Forestales. 2025.**  
ISBN: **978-84-941695-7-1**

Organiza





## Acícula: una plataforma para la gestión integral y digital para los montes

GALLEGO CIPRÉS, F. (1), SABÍN GALÁN, P. (1), DE LUQUE RIPOLL, M. (2), SANCHEZ BUERGO, E. (1), BLÁZQUEZ CASADO, A. (1), CHANCEL DIAZ, B. (1) y BLANCO LAGO, E. (1)

(1) Fundación Cesefor.

(2) Silvacert Tecnologías SL.

### Resumen

Los esquemas de certificación forestal se han convertido en un requisito cada vez más importante para propietarios y gestores forestales. El mercado demanda madera certificada desde su origen que garantice la gestión responsable de los bosques. Además, la falta de tecnificación y digitalización histórica en la gestión forestal, acentuada más si cabe en aquellas propiedades que debido al factor de escala son menos atractivas desde el punto de vista de la eficiencia económica, desactivan su puesta en valor.

La plataforma de gestión Acícula, desarrollada en conjunto por Cesefor y Silvacert, aborda directamente esta problemática, permitiendo a los gestores una digitalización de la gestión, facilitando la creación de Instrumentos de Gestión Forestal mediante herramientas de edición asistida por procesos de análisis espacial automáticos, digitalización de las Unidades de Gestión (UG) y sincronización entre los diferentes actores (representante de la propiedad, gestor, redactor del plan, entidad de certificación, etc...), reduciendo significativamente el tiempo y coste de su creación. Acícula también permite el seguimiento efectivo y en tiempo real de las actuaciones, aprovechamientos o mejoras que tengan lugar en dicha Unidad de Gestión. A la vez, facilita la certificación de estas UG en los diferentes esquemas: FSC y PEFC.

### Palabras clave

certificación (220), Digitalización (907), Pequeña propiedad forestal (752), redes forestales, sistemas de ayuda a la toma de decisiones para la gobernanza, legislación, normas forestales.

### 1. Introducción

El sector forestal en España se caracteriza entre otras cosas por los estrechos márgenes de beneficio en los que se suele manejar, hecho que se agrava en superficies pequeñas, y que generalmente están relacionadas con la propiedad privada. De hecho, la gestión y respaldo a este tipo de propiedad sigue siendo el gran reto del sector forestal a nivel europeo (SCHMITÜSEN & HIRSCH, 2010.). Esta situación provoca que las iniciativas de explotación en estas superficies sean poco atractivas, lo que conduce a su vez una sistemática falta de actuaciones y abandono, siendo como resultado de ello, uno de los grandes peligros para la conservación de los bosques en Europa (GIANNETTI et al., 2023).

Paradójicamente, la industria demanda más madera en el desarrollo de su actividad, siendo una tendencia a nivel global, con proyecciones de incremento de demanda considerables para 2030 y 2050 (FAO, 2024), demanda que se incrementa



en caso de que esté certificada por los diferentes esquemas que operan. Sin embargo, los propietarios privados principalmente, aunque no exclusivamente, no pueden satisfacer esta demanda debido a la dificultad de la gestión forestal unida a los costes que supone los procesos de certificación, que hace prácticamente inviable en muchos casos que se pueda producir esta gestión.

En el otro lado de la balanza se encuentran las oportunidades que ofrece la digitalización de los procesos, desde la analítica de datos, sensórica (remota o cercana), computación en la nube, realidad aumentada, etc., para el sector forestal (BRUNORI et al., 2021). Por ejemplo, la creación de herramientas de gestión forestal mediante plataformas que permitan la edición avanzada permite su simplificación, traducida en un ahorro de tiempo y en una mejora en la eficiencia gracias a las ventajas que ofrece la digitalización, el almacenamiento de la información centralizada, la accesibilidad y trazabilidad de los datos, la explotación y análisis, etc.

Por tanto, Acícula se plantea como una solución tecnológica que permite a los gestores una mayor eficiencia en su trabajo, ahorrando tiempo y esfuerzo y facilitando, mediante las herramientas adecuadas, los procesos necesarios para el mantenimiento de su actividad.

### 2. Objetivos

El objetivo principal de la plataforma Acícula se centra en la gestión de pequeñas superficies forestales. Para ello la plataforma aporta información y herramientas digitales de edición (alfanumérica y/o espacial) que facilita la creación de planes de gestión y que posteriormente serán objeto de seguimiento y análisis, a través de las actuaciones previstas.

Podemos desglosar por tanto los principales objetivos en:

- Creación de instrumentos de gestión forestal compatibles con la regulación actual y con los esquemas de certificación.
- Seguimiento y gestión de las actuaciones previstas en dicho plan o nuevas actuaciones no previstas.
- Análisis económico de las unidades de gestión forestal (UGF), análisis de la evolución y de tendencias.
- Asistencia en la tramitación de ayudas de la administración.
- Integración con los servicios de certificación, facilitando los procesos de intercambio de información para auditorías u otros.
- Proporcionar un conjunto de servicios auxiliares relacionados con los aprovechamientos que tienen lugar en dicha UGF.

Por tanto, lo que se pretende es:

- Dotar a los gestores de una herramienta que permita la gestión de forma sencilla e integral de sus aprovechamientos.
- Incrementar la oferta de madera gracias a la mejora de la eficiencia de la gestión y por tanto la movilización de la madera.
- Incrementar la cantidad de madera certificada en el mercado que demanda la industria.

### 3. Metodología

Para la creación de la plataforma se ha optado por trabajar mediante una metodología ágil, que consiste en ciclos iterativos de desarrollo y permite una

adaptación más flexible a los cambios que se pueden producir en el transcurso del proyecto. Por tanto, el desarrollo del software se divide en periodos cortos de tiempos llamados ‘sprints’, centrado en funcionalidades concretas y en dónde se aporta información a cada paso.

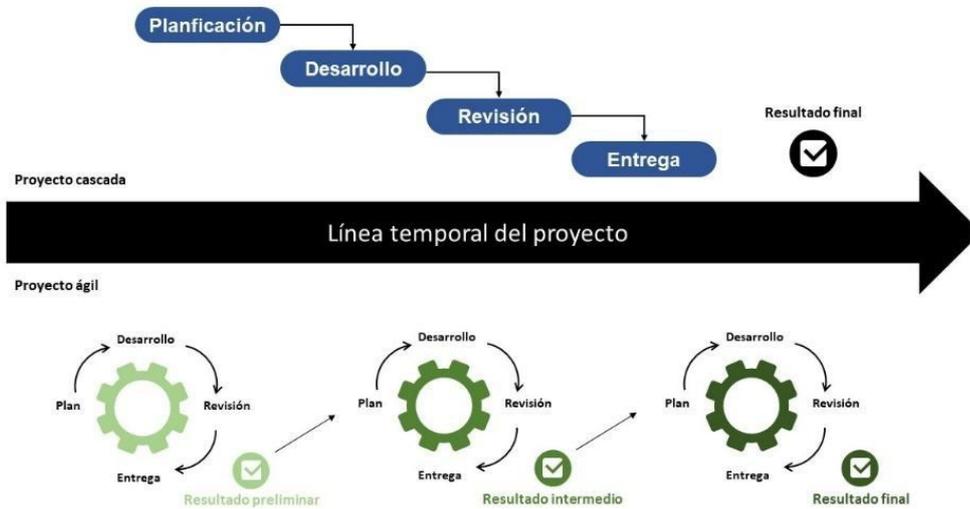


Figura 1. Esquema gráfico del flujo de trabajo de una metodología Ágil.

La plataforma Acícula se ha concebido con un modelo de distribución tipo ‘Software as Service (SAAS)’ debido al tipo de usuario y las ventajas que este tipo de distribución ofrece. En este caso el soporte lógico y los datos se alojan en servidores gestionados por el proveedor, quien se ocupa del servicio de mantenimiento y soporte del software. El cliente accede vía internet y de esta forma se evitan los problemas asociados a la instalación en local de los programas, versionados e incompatibilidades.

Entre otras, podemos destacar las siguientes ventajas:

- Reducción de costes de mantenimientos y soporte.
- Reducción en el tiempo de instalación y configuración (ya viene configurado).
- Escalabilidad e integración.
- Actualizaciones: son los proveedores quienes se encargan de actualizar y poner a punto la aplicación a los clientes.
- Acceso descentralizado: se puede acceder a la aplicación desde cualquier punto y dispositivo a través de internet.

En cuanto a la arquitectura del sistema, se han utilizado las siguientes tecnologías interconectadas entre sí para una mayor eficiencia en su rendimiento:

- El **core** de la aplicación está desarrollada en PHP + Laravel, ya que es el lenguaje de programación y framework que mejor se adapta a las necesidades específicas de esta aplicación web.
- Para la parte **front** (interfaz de usuario) se ha utilizado Vue + Primevue y



Leaflet para la visualización cartográfica. Suite de última generación, que mejora la interfaz de las aplicaciones web, haciéndolas más personalizables y pudiendo integrarlo con otras partes de desarrollo, como el prototipado con Figma.

- El **servidor cartográfico** es Geoserver. Se trata de un servidor de código abierto ampliamente utilizado para compartir datos geospaciales a través de internet.
- Para el **almacenamiento y consulta de datos**, se ha utilizado una solución combinada de MySQL y PostgreSQL + PostGIS, utilizando MySQL para el almacenado y operativa genérica de la plataforma, y PostgreSQL para la realización de consultas cartográficas, necesarias para cruzar las variables utilizadas para la obtención de información de forma automática.

Respecto a la **infraestructura**, se ha usado Microsoft Azure, dado las necesidades de escalabilidad y mezcla de tecnologías. Esto nos permite combinar diferentes soluciones de infraestructura en un mismo proveedor, con alta disponibilidad y fiabilidad e interconectadas de forma eficiente entre ellas. Las principales son: Azure Storage, Azure Databases, Azure Web app

#### 4. Resultados

##### **Gestión de usuarios:**

Se establece una compartimentación en ‘workspaces’ o espacios de trabajo, definiendo en ella los permisos que se otorgan a cada usuario, permitiendo de esta forma que un único usuario con unas mismas credenciales pueda actuar con diferentes roles según el espacio de trabajo asignado dentro del sistema.

##### **Roles:**

Se consideran que los siguientes agentes pueden interactuar en el sistema:

- Entidad cliente: crea y gestiona a los usuarios del espacio de trabajo. La principal funcionalidad es el seguimiento y análisis de la información generada por los administradores (gestores).
- Administrador de recursos: quien gestiona las UGF y genera la información asociada a ellas.
- Administrador de recursos de apoyo: apoyo en labores técnicas al gestor en el espacio de trabajo.
- Representante de la propiedad: asociado a la UGF. Validación y acceso compartido a documentos generados por el gestor.
- Autorizado externo: apoyo puntual externo al gestor de una UGF.

##### **Diseño:**

Se ha realizado un diseño centrado en el usuario, es decir, se han optimizado los flujos de trabajo más repetitivos y que consumen más tiempo, buscando la economía de esfuerzo para el usuario y presentando sólo las opciones necesarias para la realización de cada proceso sin sobrecargar la interfaz, optando por una interfaz limpia que genere agilidad en los procesos y sencillez en su uso.



### **Funcionalidades:**

El sistema cuenta con herramientas de apoyo a los gestores, de forma que estos pueden encontrar recursos formativos actualizados referentes a esquemas de certificación u otros relacionados con la gestión forestal. También ofrece la posibilidad de creación de usuarios para la entidad cliente.

La gestión documental de la información asociada a las UGF cuenta con un espacio destacado dónde incluir la documentación asociada que se genera en su gestión (aprovechamientos, contratos, ayudas, etc.). Este espacio permite funcionalidades como la subida o descarga de documentos, su almacenamiento, la validación de los mismos, etc.

Una parte importante la ocupa la creación de los planes de gestión, a los que se incorpora herramientas de asistencia a la edición, que permite la redacción automática de información resultante de consultas a bases cartográficas de información y que mejora la eficiencia en su redacción. También incluye copias de respaldo automáticas e historial de versiones.

Incluye también un visor cartográfico global con la información de todas las UGF de la entidad cliente con funcionalidades de visualización y descarga de datos.

Por otro lado, se asegura la interoperabilidad entre los gestores y la propiedad de forma sencilla y que evita las desconexiones, mediante notificaciones o compartición de documentación.

Otro elemento esencial de la plataforma la compone el seguimiento de las actuaciones, incluyendo el plan anual de actuaciones (agrupadas o por UGF), mostrando el estado de cada actuación prevista y analizando su evolución, teniendo la posibilidad de comparar en cada momento la planificación con lo ejecutado.

Los gestores pueden contar con una herramienta que les facilita los procesos de las tramitaciones de las ayudas de la administración, en forma de generación de documentación necesaria, y en aquellas administraciones que permiten la tramitación digital mediante la integración de las API en la plataforma.

A los gestores se les ofrece la posibilidad de integración con servicios de certificación desde un primer momento, facilitando los procesos de intercambio de información y cumplimiento de requisitos.

Por otro lado, el análisis económico del aprovechamiento está presente en la plataforma mediante una sección dedicada. Permite a los gestores personalizar las variables a estudiar, la agregación de diferentes UGF, diferentes aprovechamientos y balances anuales.

Por último, también se incluye un conjunto de servicios con vistas a ayudar en la comercialización o búsqueda de servicios o proveedores.

### **5. Discusión**

La integración de procesos de digitalización en la cadena de suministros, la adopción de análisis con datos masivos o tecnologías basadas en producto ha sido estudiada en el marco de pequeñas y medianas empresas en otros sectores, asociándose con un incremento potencial e impactos positivos (ERIC OPOKU et al, 2024; COSTA et al, 2024).

La posibilidad de agilizar los procesos a la hora de la creación de los instrumentos



de gestión mediante consultas a bases de datos de organismos oficiales, así como la generación automática de elementos de los instrumentos de gestión conlleva un ahorro considerable en tiempo de los gestores. El posterior seguimiento de las actuaciones y la entrada digital de datos permite un análisis de la explotación desde un punto de vista económico y técnico, descubriendo tendencias y posibilitando la toma de decisiones basadas en datos, que debe repercutir en una mejora de la competitividad y eficiencia de los aprovechamientos.

Por último, los procesos de certificación y el esfuerzo en su documentación se ven reducidos gracias a la gestión documental y la posibilidad de intercambio de información integrada mediante API que simplifican la comunicación entre todas las partes implicadas.

Acícula se centra en dar una respuesta integral en todo el ciclo de vida de las explotaciones forestales, poniendo el foco en pequeñas superficies, siendo una herramienta que incorpora componentes tecnológicos de valor como la herramienta de edición asistida, y pensada de forma escalable para la integración con sistemas de tramitación digital.

La siguiente fase para un futuro próximo es incorporar Inteligencia Artificial para el seguimiento de tareas abiertas, así como estudiar su posible integración en otros procesos como reportes automáticos o resolución de problemas.

### 6. Conclusiones

La utilización de las nuevas tecnologías como la digitalización en la gestión forestal no es solo una oportunidad sino una necesidad en un sector tradicionalmente renuente a los avances tecnológicos, más si cabe si el margen de beneficios está en muchas ocasiones comprometido, y obliga a la adopción de todas las herramientas posibles que incrementen la eficiencia en su gestión.

Por otro lado, no solo los gestores pueden verse beneficiados del uso de plataformas como Acícula, sino que la industria del sector se verá positivamente afectada, siempre y cuando pueda atraer nuevas superficies que movilicen más cantidad de madera, y especialmente si se integra con servicios de certificación que la industria demanda.

### 7. Bibliografía

BRUNORI, A., BRUNORI, G., CASARES, B., & NIETO, E. (2021). Key digital game changers shaping the future of forestry in 2040 views from DESIRA's rural digitalisation forum experts. Available at: Last Accessed: July, 28, 2021.

COSTA, A. C. F., CAPELONETO, F., ESPUNY, M., ROCHA, A. B. T. D., & OLIVEIRA, O. J. D. (2024). Digitalization of customer service in small and medium-sized enterprises: drivers for the development and improvement. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, 30(2/3), 305-341.

FAO. 2024. El estado de los bosques del mundo 2024: Innovaciones en el sector forestal para lograr un futuro más sostenible. Roma.

GIANNETTI, F., LASCHI, A., ZORZI, I., FODERI, C., CENNI, E., GUADAGNINO, C., ... & GIAMBASTIANI, Y. (2023). Forest Sharing® as an innovative facility for sustainable forest management of fragmented forest properties: first results of its implementation. *Land*, 12(3), 521.



OPOKU, E., OKAFOR, M., WILLIANS, M., & ARIBIGBOLA, A. (2024). Enhancing small and medium-sized businesses through digitalization. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 23(2).

SCHMITHÚSEN, F., & HIRSCH, F. (2010). Private forest ownership in Europe.