



9CFE-1813

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

Organiza





Un nuevo Explorador Forestal de los bosques ibéricos

VEGA-GORGOJO, G. (1, 2), GIMÉNEZ-GARCÍA, J.M. (1, 2), CRESPO-LERA, N. (1, 2), ORDÓÑEZ, C. (2), BRAVO, F. (2) y RUANO, I. (2)

(1) Grupo de Sistemas Inteligentes y Cooperativos (GSIC), Universidad de Valladolid.

(2) Instituto Universitario de Investigación en Gestión Forestal Sostenible (iuFOR), Universidad de Valladolid.

Resumen

Más de doce mil usuarios han utilizado hasta el momento el Explorador Forestal (<https://forestexplorer.gsic.uva.es>), una aplicación web que permite visualizar datos de inventarios y mapas de España y Portugal. Presentamos una nueva versión de esta aplicación que supone un salto significativo en sus capacidades para la gestión, investigación y educación forestales. Así, incorporamos el inventario IFN2 al IFN3 que ya se ofrecía originalmente, permitiendo visualizar la evolución temporal de los bosques españoles. Estrenamos un *dashboard* de parcelas (localización, fisiografía, datos de inventario multiedición...). Ofrecemos más posibilidades de visualización, permitiendo utilizar una capa satélite como mapa base o presentar datos de existencias por provincias. Mejoramos la descarga de datos, pudiendo dibujar un polígono con la zona de interés, elegir qué datos descargar y en qué formato (GeoJSON, CSV o XLSX). Las fuentes de datos utilizadas las hemos integrado y publicado como datos abiertos enlazados, correspondiendo a unos 300 millones de triplas (15GB). Para que el Explorador Forestal funcione de manera eficiente hemos rediseñado el motor de acceso a datos, y usamos la Cache API para mejorar el rendimiento. La nueva aplicación funciona con móviles, tabletas y PCs.

Palabras clave

Inventario Forestal Nacional, inventario multiedición, mapa forestal, visualización de datos, datos abiertos enlazados, descarga de datos.

1. Introducción

En el 8º Congreso Forestal Español presentamos el Explorador Forestal (VEGA-GORGOJO et al., 2022; VEGA-GORGOJO et al., 2022a), una aplicación web que permite visualizar el Tercer Inventario Forestal Nacional (IFN3), el Mapa Forestal de España a escala 1:50.000 (MFE50), el Mapa Forestal Portugués COS2018 y las existencias del Inventario Forestal Portugués IFN6 para las regiones portuguesas. Esta aplicación sólo requiere de un navegador web para poder usarse, pudiendo ejecutarse en dispositivos heterogéneos que incluyen teléfonos móviles, tabletas u ordenadores de escritorio. La interfaz de usuario del Explorador Forestal ofrece un mapa interactivo para visualizar fácilmente los datos forestales de la zona de interés, sin necesitar conocimientos de bases de datos u otras tecnologías.

El Explorador Forestal ha tenido cierta aceptación en la comunidad, habiendo registrado más de doce mil usuarios únicos con Google Analytics (<https://developers.google.com/analytics>). Sin embargo, esta aplicación también



tiene algunas limitaciones que deben abordarse. Respecto a las fuentes de datos, se echan en falta repositorios forestales de gran interés para el dominio como el Segundo Inventario Forestal Nacional (IFN2); además, algunos datos del IFN3, especialmente de las parcelas, no están accesibles en la aplicación. Respecto a las funcionalidades, debería incorporarse un panel de control (*dashboard*) para visualizar la información detallada de las parcelas; falta una herramienta de descarga de datos; convendría un mayor control en la visualización del mapa interactivo; y sería conveniente que el Explorador Forestal expusiera URLs con el estado de la aplicación, facilitando así la compartición de la misma vista entre diferentes navegadores. Finalmente, el motor de acceso a datos debería mejorarse para recuperar los datos de manera más eficiente, para así reducir los tiempos de respuesta.

En el proyecto nacional “LOD.For.Trees: Forestry Linked Open Data and Applications” estamos trabajando en la solución de los problemas planteados. Una contribución importante es la publicación como datos abiertos enlazados (BERNERS-LEE, 2007) del IFN2, descrita en la comunicación (GIMÉNEZ-GARCÍA et al., 2025). Próximamente incorporaremos el Cuarto Inventario Forestal Nacional (IFN4) y el Mapa Forestal de España a escala 1:25.000 (MFE25). Respecto a las aplicaciones del proyecto LOD.For.Trees, abordamos la mejora del Explorador Forestal, como acabamos de motivar, y hemos creado las aplicaciones “EducaWood” (RUANO et al., 2025) para la anotación social de árboles en entornos de aprendizaje, “Descarga IFN” (VEGA-GORGOJO et al., 2025) para la descarga de parcelas del IFN2 e IFN3, y “Simanfor” (BRAVO et al., 2025) para la simulación de masas forestales. Todas estas aplicaciones las presentamos en el 9º Congreso Forestal Español. En esta comunicación nos centramos en la nueva versión del Explorador Forestal.

2. Objetivos

La nueva aplicación debe mantener el objetivo fundacional de hacer accesible la información forestal tanto a profesionales del sector como a estudiantes de ingeniería forestal, así como a un público no experto que engloba a periodistas de datos, divulgadores científicos o la ciudadanía en general. Asimismo, utilizaremos como fuente el conjunto de datos enlazados (GIMÉNEZ-GARCÍA et al., 2024) que empezamos a construir en el proyecto europeo Cross-Forest (<https://crossforest.eu/>) y que seguimos mejorando en el proyecto LOD.For.Trees, incorporando nuevos conjuntos de datos como el IFN2. El nuevo Explorador Forestal debe continuar siendo una aplicación web que además incluya las siguientes características:

- **Reingeniería del motor de acceso a datos:** cada vez tenemos más datos disponibles para visualizar, por lo que aumenta la presión tanto en el lado del servidor como en el de los clientes. Se pretende refactorizar el motor de acceso a datos para limitar los intercambios de datos con el servidor, mejorando de esta manera el rendimiento.
- **Mayor control en la visualización del mapa interactivo:** se requiere ofrecer más opciones al usuario para adaptar la vista a sus necesidades. Además de los controles típicos de navegación de mapas (*zoom* y *panning*),



- debe permitirse elegir el mapa base y qué tipo de información mostrar. También se permitirá filtrar las parcelas por su nivel de existencias.
- **Exploración de los datos de inventario del IFN2 y del IFN3:** la disponibilidad de los datos del IFN2 permitirá analizar la evolución de los bosques a lo largo del tiempo. Debe permitirse elegir la versión de inventario y mostrar la información correspondiente de manera apropiada.
 - **Inclusión de una herramienta de descarga de datos:** los usuarios deberán poder descargarse los datos presentados en el Explorador Forestal. Se permitirá elegir qué información descargar y en qué formatos.
 - **Integración de un *dashboard* de parcelas:** el IFN proporciona una gran cantidad de información que debería presentarse al usuario de manera adecuada. En el caso de que una parcela esté disponible en varias ediciones, se permitirá el análisis entre inventarios. En la comunicación (CRESPO-LERA et al., 2025) se trata este *dashboard* con detalle, por lo que aquí se mostrará muy someramente.
 - **Diseño REST de las URLs expuestas por la aplicación:** es necesario diseñar las URLs según el estilo arquitectónico REST (FIELDING & TAYLOR, 2002). De esta manera se consigue encapsular el estado de la aplicación en la URL, con lo que es posible retomar el trabajo en el mismo punto en que se dejó o compartir enlaces entre dispositivos y usuarios.

3. Metodología

En esta investigación hemos seguido el método de ingeniería (ADRION, 1993). De acuerdo con esta metodología, en una primera fase se estudian las soluciones existentes al problema detectado. En la introducción hemos tratado las limitaciones del Explorador Forestal, referidos a la falta de fuentes de datos y a la necesidad de incluir nuevas funcionalidades para ampliar y mejorar el acceso a la información forestal. En una segunda fase del método de ingeniería se realiza una propuesta para el problema de investigación, que es lo que hemos hecho en la sección de objetivos. Luego se desarrolla la nueva solución y se demuestra que ésta supera los problemas detectados; esto es lo que haremos en la siguiente sección.

En el diseño e implementación de nuestra propuesta hemos seguido los principios fundamentales de los métodos ágiles para el desarrollo del software (BECK et al., 2001). Esencialmente, hemos realizado varias iteraciones cortas de 2-4 semanas en las que completamos prototipos funcionales del Explorador Forestal a partir de la versión previa. En las iteraciones iniciales nos hemos centrado en las partes con más dificultad, principalmente la reingeniería del motor de acceso a datos. En las iteraciones siguientes hemos ido completando el resto de nuevas funcionalidades. El equipo de trabajo está compuesto por los autores de este artículo y es multidisciplinar, conjugando expertos forestales con especialistas en datos e ingenieros de software.

4. Resultados



En esta sección presentamos la nueva versión del Explorador Forestal que soluciona los problemas identificados anteriormente. Es de destacar que mantenemos las principales decisiones de diseño tomadas originalmente: sigue siendo una aplicación web que ofrece un mapa interactivo para navegar por las zonas de interés, visualizando los datos forestales disponibles atendiendo al nivel de zoom de la vista.

Reingeniería del motor de acceso a datos

Esta contribución es muy técnica, pero de gran importancia para poder acceder convenientemente a los datos forestales disponibles (de gran tamaño y heterogeneidad). Para conseguirlo, hemos preparado una API REST basada en CRAFTS (VEGA-GORGOJO, 2022). En esta API parametrizamos los diferentes tipos de peticiones que requiere el Explorador Forestal. La Tabla 1 resume las operaciones definidas en la API. Las operaciones O1—5 sólo se emplean en el arranque para extraer la información de usos del suelo, especies, provincias españolas y regiones NUTS3 portuguesas. En el caso de las especies no sólo se consulta nuestro conjunto de datos enlazados, sino también Wikidata (<https://www.wikidata.org>) y DBpedia (<https://www.dbpedia.org>) para extraer imágenes y descripciones (operación O2). Debido al gran tamaño de los distintos inventarios y mapas forestales empleados, una precarga completa no es efectiva. En su lugar, el motor trabaja bajo demanda, extrayendo los datos de las zonas del mapa que se quieren visualizar. Para los mapas forestales se utiliza la operación O6 en la que se indican las coordenadas del rectángulo geográfico de la vista y la capa deseada. En el caso del inventario forestal, se emplea la operación O7 que está parametrizada por rectángulo geográfico y por edición del IFN. En niveles de zoom altos pueden visualizarse los árboles muestreados y para ello se utiliza la operación O8 con la que se extrae la información de los árboles de las parcelas incluidas como parámetros. La última operación es la O9, utilizada para los dashboards de parcelas. Con esta API, conseguimos transferir gran parte de la complejidad del acceso a datos a la creación del fichero de configuración de la API, simplificando en gran medida el desarrollo del Explorador Forestal.

Tabla 1. Operaciones soportadas por la API de CRAFTS para el acceso a datos.



ID	Operación de la API	Parámetros	Salida
01	Listado usos	-	Listado de identificadores de usos suelo y etiquetas
02	Listado especies	-	Listado de identificadores de especies forestales
03	Información especies	Identificadores de especies	Nombres vulgares y científicos; género, familia y clase; imagen, descripción, páginas Wikipedia y GBIF
04	Listado regiones	-	Listado de identificadores de provincias españolas y NUTS3 portuguesas
05	Información regiones	Identificadores de regiones	Nombre de región, geometría y existencias por inventario
06	Información teselas de una zona	Capa de teselas y coordenadas del rectángulo geográfico	Identificador tesela, geometría, uso de suelo, información de especies
07	Información parcelas de una zona	Edición IFN y coordenadas del rectángulo geográfico	Identificador parcela, fecha muestreo, coordenadas, provincia y existencias por especie
08	Información árboles de parcelas	Identificadores de parcelas	De cada árbol: identificador, coordenadas, parcela, medidas dendrométricas e identificador de árbol en otro inventario
09	Información extendida parcela	Identificador de parcela	Coordenadas, datos fisiográficos, existencias, existencias por clase diamétrica, información de los árboles de la parcela

El nuevo motor de acceso a datos emplea la Cache API (<https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Cache>), soportada por todos los navegadores modernos. Antes de hacer cualquier petición de datos, consultamos en esta caché si ya tuviera la respuesta. En caso de acierto nos ahorramos la petición, mientras que en caso de fallo no queda más remedio que enviar la petición a la red. Las respuestas obtenidas se almacenan en esta caché de manera permanente, por lo que ya no será necesario repetir estas peticiones una vez guardadas las respuestas –salvo en el caso de que el navegador sobrepase el límite de almacenamiento permitido o que el usuario borre la caché–. Hemos probado extensivamente el funcionamiento del nuevo motor de acceso a datos, consiguiendo reducir los tiempos de respuesta al menos un orden de magnitud respecto al motor original que no usa ni la API de CRAFTS ni la Cache API.

Mayor control en la visualización del mapa interactivo

En el nuevo Explorador Forestal hemos incluido una serie de cambios para que el usuario pueda personalizar la visualización del mapa. En la Figura 1 se muestra el menú de configuración que hemos preparado para ello. Así, puede elegirse entre el mapa base predeterminado (Figura 1), correspondiente al mapa Voyager de CARTO (<https://carto.com/blog/new-voyager-basemap>), y la imagen satélite World Imagery de ESRI (<https://www.arcgis.com/home/item.html?id=10df2279f9684e4a9f6a7f08feb2a9>), como en la Figura 2. En el mismo menú puede activarse o desactivarse la visualización de parcelas, así como la elección de los detalles del mapa a mostrar: regiones, teselas o automático. En modo automático se presentan las regiones para niveles de zoom bajo (Figura 1) o las teselas del mapa forestal con zooms mayores (Figura 4).

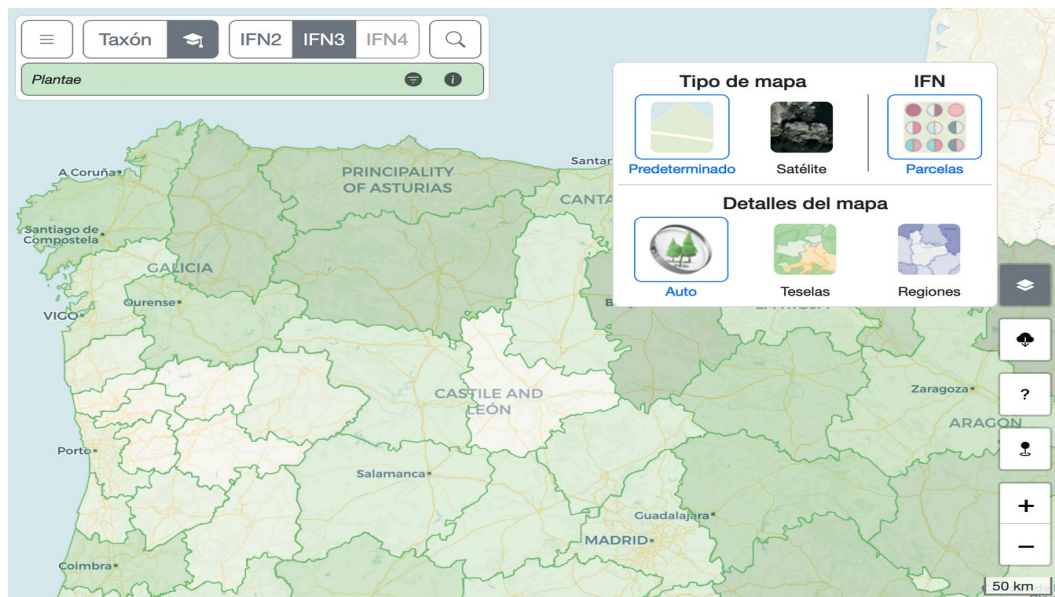


Figura 1. Captura de pantalla del Explorador Forestal mostrando el norte de la península Ibérica. Se muestra un desplegable con el menú de configuración del mapa.

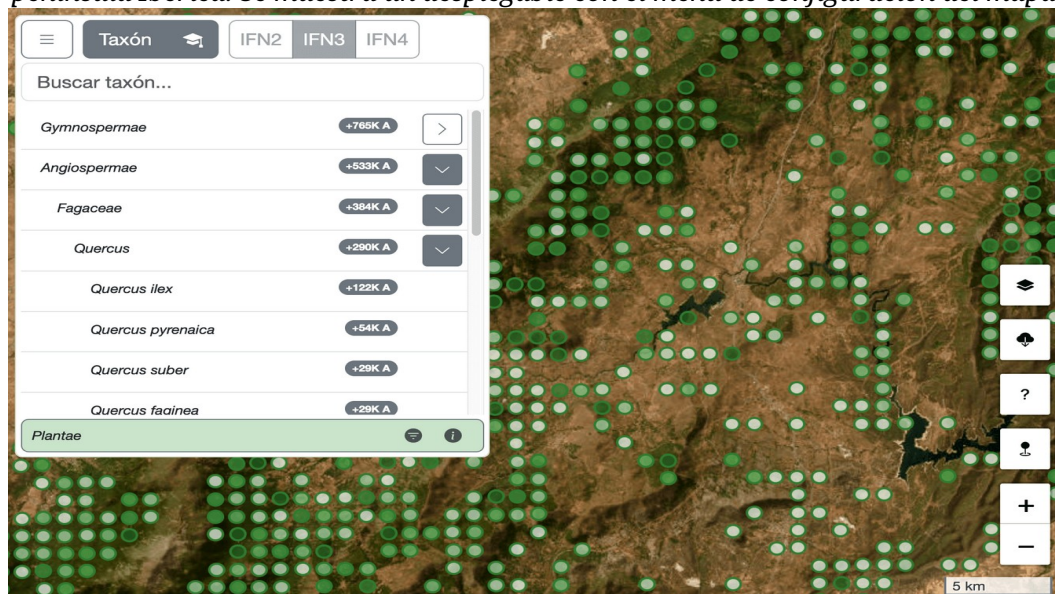


Figura 2. Mapa centrado en Lozoya (provincia de Madrid) con la imagen satélite de base y el explorador de taxones desplegado.

Si está activada la visualización de parcelas y el nivel de zoom es 9 o superior, las parcelas se mostrarán en el mapa (Figuras 2-8). El usuario puede pulsar el botón “Taxón” de la barra superior izquierda para definir filtros de cualquier taxón existente en el IFN (clase, familia, género o especie). En la Figura 2 se muestra un detalle del explorador de taxones; alternatively, el usuario puede introducir el nombre del taxón en el cuadro de texto. Como resultado de definir un filtro de taxón, la visualización del mapa cambia: las Figuras 3-8 incluyen un filtro para la especie *Quercus pyrenaica*. Pulsando en el botón ⓘ del filtro se muestra una ventana modal como el de la Figura 3 con información proveniente de Wikidata y DBpedia, con lo que aprovechamos los beneficios de enlazar nuestros datos con otros repositorios. Puede observarse que el color de contraste (marrón en el ejemplo) se utiliza para pintar de dicho color las teselas del mapa con presencia de dicha especie. Respecto a las parcelas, se presentan con el color de contraste si tuvieran existencias, o en color gris en otro caso (ver Figuras 3-8). Aunque esta funcionalidad ya estaba disponible en la versión original de la aplicación, la hemos mejorado con un control adicional (el botón ▾ de un filtro de taxón) para especificar rangos de valores de existencias. Por ejemplo, en la Figura 4 se especifica un número de árboles por hectárea de 0 a 1400 para la especie *Quercus pyrenaica*. Esta restricción está activa en las Figuras 5-8: la parcela 28-333-A-1 (IFN3) de la Figura 5 se muestra en color marrón porque tiene existencias de *Quercus pyrenaica* en el rango adecuado, mientras que la parcela 28-333 (IFN2) de la Figura 6 se muestra en gris y con el valor de #árboles/ha en rojo por superar el rango definido. En el artículo sólo utilizamos un filtro de taxón, pero la aplicación permite incluir hasta cuatro filtros de taxón diferentes, permitiendo así un alto grado de personalización en la visualización de los datos de inventarios y mapas forestales.



Figura 3. Ventana modal con información de la especie *Quercus pyrenaica* proveniente de Wikidata y DBpedia. La especie *Quercus pyrenaica* está seleccionada.

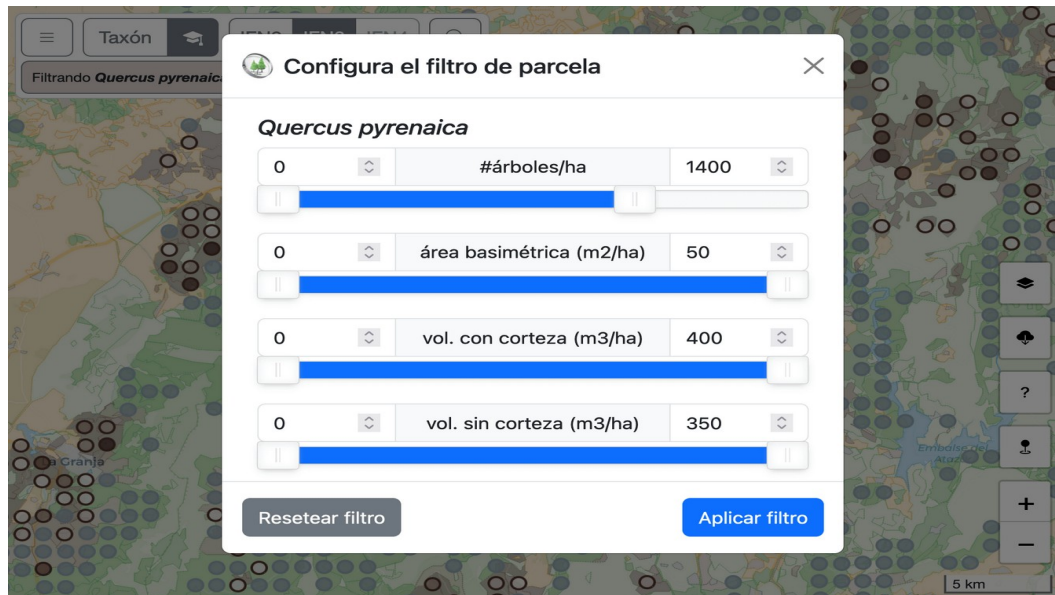


Figura 4. Configuración de los rangos deseados de existencias para la especie *Quercus pyrenaica*.

Exploración de los datos de inventario del IFN2 y del IFN3

En la nueva versión del Explorador Forestal, el usuario puede elegir fácilmente la edición del inventario con el botón de radio de la barra superior (ver Figuras 1-8). Al cambiar de edición del IFN, la vista del mapa se actualiza para mostrar la información correspondiente. Las Figuras 1-5 presentan los datos del IFN3, mientras que las Figuras 6-8 utilizan el IFN2; el contraste se aprecia especialmente entre las Figuras 5 y 6 al corresponder a la misma zona (en los alrededores de Lozoya en la provincia de Madrid). Se observa que muchas parcelas se han muestreado en ambos inventarios, pero de algunas sólo hay datos de una edición. Pinchando en cualquier parcela se muestra un *popup* con la información esencial de existencias.

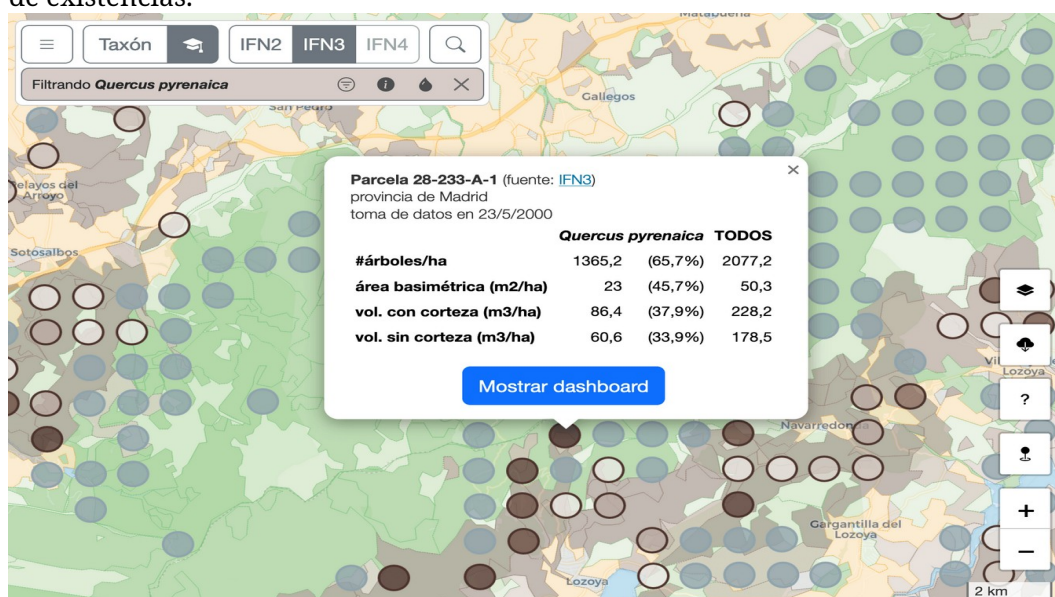


Figura 5. Detalle de la zona de Loyola con un *popup* de la parcela 28-233-A-1 (IFN3).

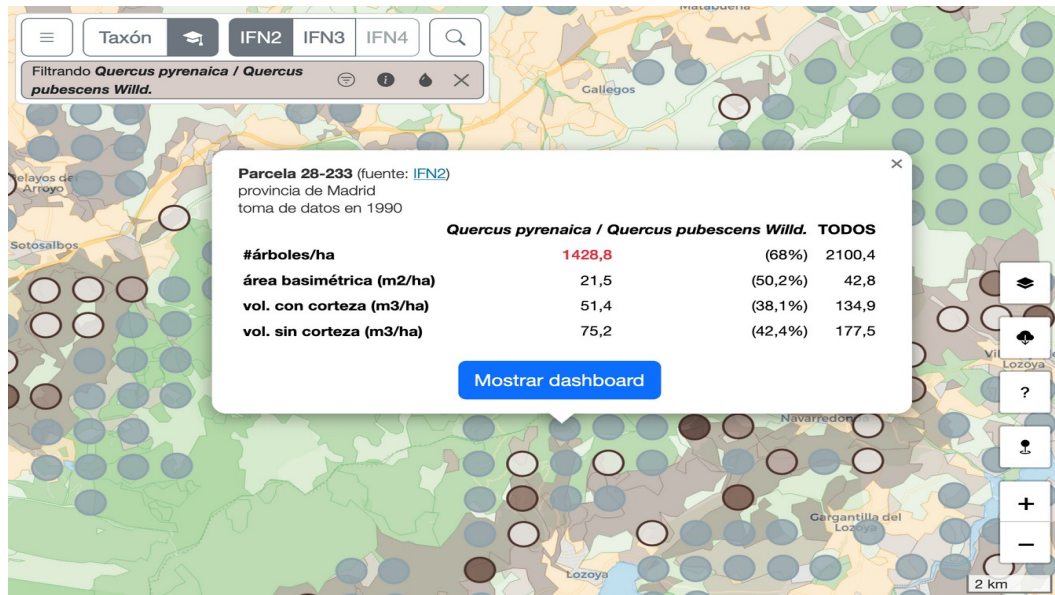


Figura 6. Misma zona que en la Figura 5 con un popup de la parcela 28-233 (IFN2).

Un aspecto importante de las diferentes ediciones del IFN es que cada una usa un catálogo de especies diferente. En muchos casos los códigos entre inventarios coinciden, por ejemplo, *Pinus sylvestris* tiene el código de especie 21 en el IFN2 y en el IFN3. Pero en el IFN2 hay casos como el del código 43 que define la agrupación de las especies *Quercus pyrenaica* y *Quercus pubescens*, mientras que en el IFN3 se utiliza el código 43 para *Quercus pyrenaica* y el 243 para *Quercus pubescens*. Para tratar este problema hemos preparado una ontología (GRUBER, 1993) con los mapeos de especies entre inventarios (GIMÉNEZ-GARCÍA et al., 2025). Estos mapeos se utilizan en el Explorador Forestal al cambiar de edición de inventario. Así, si se está filtrando la especie *Quercus pyrenaica* en el IFN3 (Figura 5), al cambiar al IFN2 se encuentra un mapeo a la mencionada agrupación, como se muestra en la Figura 6.

Inclusión de una herramienta de descarga de datos

En esta versión de la aplicación ya es posible descargarse datos de mapas e inventarios. Para ello, hemos incorporado un botón lateral que activa una herramienta de dibujo. Con ella, el usuario puede dibujar un polígono con la zona que le interese; la Figura 7 muestra el proceso de creación de un polígono de ejemplo. Una vez dibujado, el usuario tiene varias opciones, presentadas visualmente en la Figura 8. Así, puede elegir una o más ediciones del IFN, el tipo de información (parcelas, árboles, teselas y regiones) y el formato de descarga (GeoJSON, CSV o XSLX).

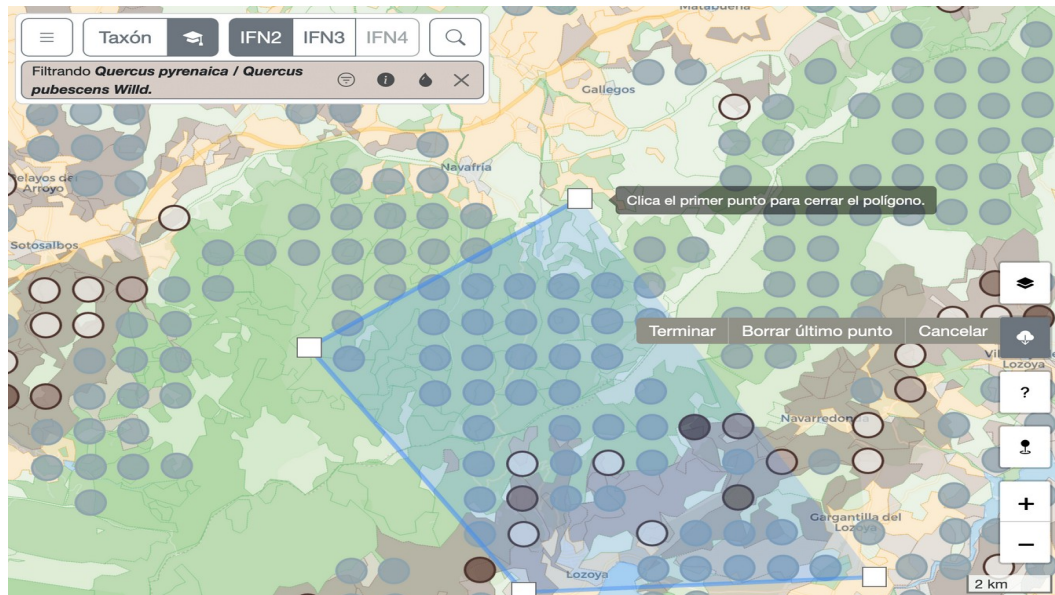


Figura 7. Creación de un polígono para la descarga de datos.



Figura 8. Menú de descarga de datos.

Integración de un dashboard de parcelas

Para mejorar el análisis de las parcelas del inventario, incorporamos como novedad un *dashboard* de parcelas. Al pinchar en cualquier parcela del IFN2 o del IFN3 se abre un *popup* con su información esencial, junto con el botón “Mostrar *dashboard*” (ver Figuras 5 y 6). Pulsando en el mismo, se muestra un *dashboard* con información extensiva de la parcela: un mapa con los árboles muestreados, tablas y gráficas de existencias e información descriptiva (fisiografía, etc.). Si una parcela tiene datos del IFN2 y del IFN3, pueden compararse fácilmente con este *dashboard*. La Figura 9 muestra un extracto de éste para las parcelas 28-233 (*popup* de la Figura 6) y 28-233-A-1 (*popup* de la Figura 5). En la comunicación (CRESPO-LERA et al., 2025) se trata con más detalle el diseño de este *dashboard*.



Figura 9. Detalle del dashboard en el que se comparan las parcelas 28-233 (IFN2) y 28-233-A-1 (IFN3).

Diseño REST de las URLs expuestas por la aplicación

Con esta contribución, queremos poder compartir cualquier enlace generado por la aplicación, de manera que se vea lo mismo en cualquier navegador y dispositivo. Para ello, hemos parametrizado en las URLs aquellos elementos que determinan la vista, definiendo dos rutas:

- Ruta */map* para visualizaciones del mapa interactivo. Aquí incluimos los siguientes parámetros:
 - *loc*: codificamos aquí las coordenadas WGS84 del punto central del mapa junto con el nivel de zoom.
 - *mapType*: tipo de mapa predeterminado o satélite.
 - *mapDetails*: automático, teselas o regiones
 - *plots*: visualización de parcelas activada/desactivada.
 - *ifn*: edición del IFN.
 - *tx* y *txfilt*: filtros de taxón.
- Ruta */plot* para el *dashboard*. Incluye el identificador de la parcela y, opcionalmente, el parámetro *ifn2* o *ifn3* si se quiere comparar con la parcela correspondiente a otra edición del inventario forestal.

De esta manera, conseguimos encapsular el estado de la aplicación en la URL, permitiendo obtener la misma vista incluso con dispositivos y navegadores heterogéneos. Para ilustrarlo, mostramos en la Tabla 2 las URLs de las capturas de las figuras. Los lectores pueden copiar y pegar dichas URLs en un navegador para obtener la misma visualización en sus dispositivos.

Tabla 2. URLs del Explorador Forestal correspondientes a las capturas de la Figura 1.



Captura	URL
Figura 1	https://forestexplorer.gsic.uva.es/map?loc=42.265279,-4.746348,7z&mapType=default&mapDetails=auto&plots=true&ifn=ifn3
Figura 2	https://forestexplorer.gsic.uva.es/map?loc=40.974345,-3.752174,11z&mapType=satellite&mapDetails=auto&plots=true&ifn=ifn3
Figuras 3,4	https://forestexplorer.gsic.uva.es/map?loc=40.974455,-3.751831,11z&mapType=default&mapDetails=auto&plots=true&ifn=ifn3&tx=txifn3:Species43
Figura 5	https://forestexplorer.gsic.uva.es/map?loc=41.018382,-3.806591,12z&mapType=default&mapDetails=auto&plots=true&ifn=ifn3&tx=txifn3:Species43&txfilt=('https%3A%2F%2Fdatos.iepn.es%2Fkos%2Fsector-publico%2Fmedio-ambiente%2Fifn3%2Ftaxon%2FSpecies43!('nt!('min!0~max!1400)))_
Figuras 6, 8, 9	https://forestexplorer.gsic.uva.es/map?loc=41.018376,-3.806419,12z&mapType=default&mapDetails=auto&plots=true&ifn=ifn2&tx=txifn2:Species43&txfilt=('https%3A%2F%2Fdatos.iepn.es%2Fkos%2Fsector-publico%2Fmedio-ambiente%2Fifn2%2Ftaxon%2FSpecies43!('nt!('min!0~max!1400)))_
Figura 7	https://forestexplorer.gsic.uva.es/plot/pifn3:plot-28-233-A-1?ifn2=true

El nuevo Explorador Forestal está desarrollado en el lenguaje JavaScript para facilitar su despliegue como una aplicación web. La nueva versión reemplaza a la anterior y puede accederse de manera abierta y completamente gratuita en <https://forestexplorer.gsic.uva.es>.

5. Discusión



Como en la mayoría de los dominios de aplicación, en el sector forestal los datos son cada vez más importantes. Así, el IFN y el MFE se están consolidando como unas de las principales fuentes de datos forestales españoles, requiriendo aplicaciones y herramientas para su visualización y análisis. Éste es el propósito que queremos cumplir con el Explorador Forestal, incluyendo una serie de capacidades en esta nueva versión que mejoran en gran medida a la precedente.

Con el nuevo motor de acceso a datos, conseguimos una solución más escalable para la incorporación de nuevas fuentes en el futuro. Esto ya lo hemos probado con la inclusión del IFN2, lo que nos permite analizar la evolución de los bosques españoles a lo largo del tiempo. De esta manera, hemos visto cómo obtener fácilmente información de varios inventarios para provincias, parcelas y árboles con la aplicación. Además, hemos descrito una serie de funcionalidades nuevas que permiten mayor control en la visualización de los datos, el *dashboard* de parcelas y el diseño REST de las URLs expuestas por el Explorador Forestal, que nos permite compartir la misma vista con otros usuarios y dispositivos. También incorporamos una herramienta básica de descarga para extraer los datos forestales de una zona. Somos conscientes que para un uso profesional es necesario un mayor control en la descarga de parcelas del IFN que el que ofrece el Explorador Forestal. Por esta razón, hemos creado la aplicación Descarga IFN que presentamos también en el 9º Congreso Forestal Español (VEGA-GORGOJO et al., 2025).

Actualmente hay pocas alternativas al Explorador Forestal. BASIFOR (Bravo et al., 2004; LARA et al., 2021) es una herramienta específica para el análisis del IFN que requiere instalación (no es web) y preparar con cuidado los datos de entrada que tiene que cargar de manera explícita el usuario final. Existen algunos visores web de inventarios forestales regionales, como el de la Junta de Castilla y León (<https://idecyl.jcyl.es/vcig/>) y el de la Xunta de Galicia (<https://invega.xunta.gal/invega/visor-gis>). Su principal desventaja es que su ámbito es regional, por lo que su aplicabilidad se reduce notablemente. Además, estos visores no utilizan tecnologías semánticas sino otros formatos de datos, por lo que resulta especialmente difícil combinar información de otras fuentes (LEHMANN et al., 2015) como podría ser el IFN. El uso de tecnologías semánticas en el Explorador Forestal es uno de sus puntos fuertes, permitiendo la integración de nuevos datos (como el IFN2) que pueden ser ofrecidos por terceras partes (como las imágenes y descripciones de especies provenientes de Wikidata y DBpedia).

6. Conclusión

El nuevo Explorador Forestal ofrece un salto cualitativo respecto a la versión anterior. Aunque se mantienen las principales decisiones del diseño, la aplicación es ahora mucho más versátil al incorporar el IFN2 y proporcionar nuevas funcionalidades como la descarga de datos o el *dashboard* de parcelas. Próximamente incluiremos el IFN4 y el MFE25. Nuestro propósito es que el Explorador se convierta en la aplicación de referencia para la visualización de los bosques ibéricos.



7. Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por el proyecto nacional LOD.For.Trees (TED2021-130667B-I00), por el proyecto europeo Small4Good (101135517) y por fondos obtenidos de la Unión Europea y del Consejo de Educación de la Junta de Castilla y León (ORDEN EDU/1009/2024).

8. Bibliografía

ADRION, W.R., 1993. Research methodology in software engineering: summary of the Dagstuhl workshop on future directions on software engineering. SIGSoft Software Engineering Notes, 18(1):36–37.

BECK, K., BEEDLE, M., VAN BENNEKUM, A., COCKBURN, A., CUNNINGHAM, W., FOWLER, M., et al., 2001. Manifesto for agile software development. <https://agilemanifesto.org/principles.html>

BERNERS-LEE, T., 2007. Linked Data. <https://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>

BRAVO, F., RIVAS-GONZÁLEZ, J.C., MONREAL NÚÑEZ, J.A., ORDÓÑEZ, C., 2004. BASIFOR 2.0: Aplicación informática para el manejo de las bases de datos del inventario forestal nacional. Cuadernos de la SECF, Núm. 18: Actas de la I Reunión de Modelización Forestal - Palencia

BRAVO, F., ORDÓÑEZ, C., VÁZQUEZ-VELOSO, A., MICHALAKOPOULOS, S., 2025. SIMANFOR: herramienta renovada para la toma de decisiones forestales en el siglo XXI. Actas del 9º Congreso Forestal Español

CRESPO-LERA, N., VEGA-GORGOJO, G., GIMÉNEZ-GARCÍA, J., VÁZQUEZ-VELOSO, A., BRAVO, F., RUANO, I., 2025. Dashboard para la Visualización y Consulta de Información Forestal Multi-Inventario. Actas del 9º Congreso Forestal Español

FIELDING, R.T., TAYLOR, R.N., 2002. Principled design of the modern web architecture. ACM Transactions on Internet Technology (TOIT), 2(2), 115-150

GIMÉNEZ-GARCÍA, J.M., VEGA-GORGOJO, G., ORDÓÑEZ, C., CRESPO-LERA, N., BRAVO, F., 2024. Improving availability and utilization of forest inventory and land use map data using Linked Open Data. Frontiers in Forests and Global Change. 7, 1329812

GIMÉNEZ-GARCÍA, J.M., VEGA-GORGOJO, G., ORDÓÑEZ, C., CRESPO-LERA, N., BRAVO, F., 2025. Integración de datos forestales transnacionales: El grafo de conocimiento Cross-Forest. Actas del 9º Congreso Forestal Español



GRUBER, T.R., 1993. A translation approach to portable ontology specifications. Knowledge acquisition, 5(2), 199-220

LARA, W., ORDÓÑEZ, C., BRAVO, F., 2021. basifoR: Retrieval and Processing of the Spanish National Forest Inventory. R package version 0.4. <https://CRAN.R-project.org/package=basifoR>

LEHMANN, J., ATHANASIOU, S., BOTH, A., GARCÍA-ROJAS, A., GIANNOPOULOS, G., HLADKY, D., et al., 2015. Managing Geospatial Linked Data in the GeoKnow Project. En: The Semantic Web in Earth and Space Science. Current Status and Future Directions, T. Narock and P. Fox, eds, IOS Press, pp. 51–77, Cap. 4

RUANO, I., VEGA-GORGOJO, G., ASENSIO-PÉREZ, J.I., GALLEGU-LEMA, V., DEL PESO, C., BRAVO, F., 2025. EducaWood: de la educación ambiental a la innovación en gestión de arbolado urbano. Actas del 9º Congreso Forestal Español

VEGA-GORGOJO, G., 2022. CRAFTS: Configurable REST APIs for Triple Stores. IEEE Access. 10:32426-32441

VEGA-GORGOJO, G., GIMÉNEZ-GARCÍA, J.M., ORDÓÑEZ, C., BRAVO, F., 2022. Explorador Forestal, visualización de datos abiertos forestales para todos los públicos. Actas del 8º Congreso Forestal Español

VEGA-GORGOJO, G., GIMÉNEZ-GARCÍA, J.M., ORDÓÑEZ, C., BRAVO, F., 2022a. Pioneering easy-to-use forestry data with Forest Explorer. Semantic Web, 13(2), 147-162

VEGA-GORGOJO, G., EVAGGELATOS, S., PERREAS, N., MICHALAKOPOULOS, S., GIMÉNEZ-GARCÍA, J.M., CRESPO-LERA, N., ORDÓÑEZ, C., BRAVO, F., 2025. Descarga IFN: aplicación web para la extracción multicriterio de parcelas. Actas del 9º Congreso Forestal Español